PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES DE E. LACROIX.

NOUVELLES MANIPULATIONS CHIMIQUES SIMPLIFIÉES

OU

LABORATOIRE ÉCONOMIQUE DE L'ÉTUDIANT

OUVRAGE

CONTENANT LA DESCRIPTION D'APPAREILS SIMPLES ET NOUVEAUX, SUIVI D'UN COURS DE CHIMIE PRATIQUE A L'AIDE DES INSTRUMENTS

PAR HENRY VIOLETTE

Ancien élève de l'École polytechnique, Commissaire des Poudres et Salpêtres, membre de plusieurs Sociétés savantes

TROISIÈME ÉDITION

CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE

avec 30 tableaux et 227 figures dans le texte.

Le chimiste doit savoir scier avec une lime et limer avec une scie.

FRANKLIN.

PARIS

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE

DE E. LACROIX

ANCIENNE MAISON MATHIAS

15 QUAI MALAQUAIS, 15

1860

22900366165

LOUIS DEBACQ
Pharmacien de 1re Classe

Med
K1925

NOUVELLES

MANIPULATIONS CHIMIQUES

SIMPLIFIÉES

Corbeil, typ. et stér. de Crété.

NOUVELLES
MANIPULATIONS CHIMIQUES
SIMPLIFIÉES

OU

LABORATOIRE ÉCONOMIQUE DE L'ÉTUDIANT

OUVRAGE

CONTENANT LA DESCRIPTION D'APPAREILS SIMPLES ET NOUVEAUX, SUIVI D'UN COURS DE CHIMIE PRATIQUE A L'AIDE DES INSTRUMENTS

PAR HENRY VIOLETTE

Ancien élève de l'École polytechnique, Commissaire des Poudres et Salpêtres, membre de plusieurs Sociétés savantes

TROISIÈME ÉDITION

CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE

avec 30 tableaux et 227 figures dans le texte.

Le chimiste doit savoir scier avec une lime et limer avec une scie.

FRANKLIN.

PARIS

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE

DE E. LACROIX

ANCIENNE MAISON MATHIAS

15, QUAI MALAQUAIS, 15

1860

Droit de traduction réservé.

20695

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY
Coll. welMOmec
Call No. QD

PRÉFACE

Ce livre s'adresse aux étudiants ; il a pour but de faciliter l'étude de la chimie, en donnant les moyens de *manipuler* avec économie de temps et d'argent. L'étudiant, encore charmé par la parole du professeur et les expériences du cours public, rentre chez lui, dans son petit logis, avec le regret de ne pouvoir renouveler les réactions qui l'ont intéressé. Sa modeste bourse ne lui permet pas l'achat de tout l'attirail chimique ordinaire, fourneaux, cornues, matras, ballons et tant d'autres objets ; et quand même il parviendrait à se procurer ce coûteux mobilier, il n'en trouverait pas la place dans son modeste logement. Ce sont là des obstacles qui empêchent le plus souvent l'étude pratique de la chimie, et cependant l'on ne saurait, sans cette pratique, acquérir des connaissances solides et sérieuses dans cette noble science.

Notre livre a pour but de lever ces difficultés et de permettre à l'étudiant de manipuler chez lui, sur sa table, avec des fioles, des tubes, des lampes et une foule de petits appareils construits par lui, et à l'aide desquels il reconnaîtra et étudiera les propriétés des corps, aussi bien que s'il manipulait dans un vaste laboratoire officiel.

Cet ouvrage est divisé en deux livres. Dans le premier nous donnons la description et l'usage de nos petits appareils, que nous enseignons à construire, afin d'affranchir l'étudiant de la nécessité de les demander à prix d'argent au fabricant. C'est la partie la plus neuve et la plus importante du livre ; elle s'est grandement accrue par notre longue pratique depuis nos dernières éditions, et l'étudiant lui-même, en se familiarisant avec nos procédés, pourra l'augmenter encore. Nous parlons aussi des opérations générales qui se font dans les laboratoires, et nous avons donné à ce sujet tous les détails nécessaires.

Le second livre comprend les manipulations proprement dites, c'est-à-dire un cours de chimie pratique à l'aide de nos instruments ; nous enseignons à préparer les corps et à reconnaître leurs principales propriétés, sans négliger aucun détail nécessaire pour guider l'étudiant encore inhabile. Ce livre se divise en trois chapitres : dans le premier nous étudions les métalloïdes, dans le second les métaux, et dans le troisième nous enseignons les procédés d'analyse qualitative et quantitative.

Nous avons l'habitude de n'opérer que sur de petites quantités de matière ; nous reconnaissons à ce mode de manipuler plusieurs avantages : les préparations sont plus faciles, n'offrent pas de danger, et présentent une grande économie d'argent et de temps. La longueur des opérations fatigue l'esprit et entraîne la lassitude : et d'ailleurs, ne reconnaît-on pas aussi bien les propriétés d'un gaz dans un décilitre que dans plusieurs litres ? N'est-il pas aussi satisfaisant d'extraire d'un minerai métallique quelques décigrammes de métal que plusieurs grammes, et ne suffit-il pas de préparer moins d'un gramme d'un sel pour en étudier les propriétés physiques et chimiques ?

Cet ouvrage ne devait pas comprendre, par sa nature,

d'enseignement théorique; cependant nous avons eu le soin, après la préparation de chaque corps, d'expliquer la nature de la réaction qui le produit.

Nous ne terminerons pas sans indiquer les excellents ouvrages auxquels nous n'avons pas craint de faire des emprunts, et que l'étudiant fera bien de consulter: les *Manipulations chimiques* de Faraday, l'*Essai du chalumeau* de Berzélius, l'*Analyse chimique* de H. Rose, l'*Appendice à tous les traités d'analyse chimique* par C. Barreswil et A. Sobrero, les *Tableaux des caractères que présentent au chalumeau les oxydes métalliques*, extrait traduit par Sobrero de l'ouvrage allemand de C. J. Plattner, le *Précis d'Analyse qualitative et quantitative* de Frésenius, le *même ouvrage* par Gerhardt et Chancel, les tableaux *d'Analyses chimiques* de Normandy et le *Traité d'analyse chimique à l'aide de liqueurs titrées* par F. Mohr.

Notre ouvrage, déjà traduit en plusieurs langues, vient d'atteindre la *troisième édition ;* c'est presque un témoignage de son utilité. Son caractère élémentaire n'est pas de nature à flatter en nous le chimiste sérieux; néanmoins, cédant à la demande de nos jeunes élèves, nous avons continué et augmenté notablement cette œuvre de notre jeunesse. Que l'étudiant essaie avec nous ses premiers pas; plus tard, familiarisé avec la pratique par ces essais, il sera un maître habile, qui, à l'aide des plus précieux instruments, reculera les bornes de la science.

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b28090561

LIVRE PREMIER

NOUVELLES
MANIPULATIONS CHIMIQUES
SIMPLIFIÉES.

LIVRE PREMIER.

1. Une chambre bien éclairée servira spécialement de *laboratoire*. On ne saurait prendre trop de soins et de précautions pour se garantir des vapeurs malfaisantes qui se dégagent, soit des opérations, soit des substances conservées comme réactifs. A cet effet, la chambre sera garnie d'une cheminée, dont le tirage naturel purifiera l'air du laboratoire; sous son manteau, qui sera élevé, comme dans les cuisines ordinaires, on ne manquera pas de faire toutes les préparations qui produisent des vapeurs nuisibles; on fera bien même de garnir la *hotte* ou manteau de deux rideaux en grosse toile ou serge, mobiles sur une tringle, et maintenus tendus par quelques balles de plomb fixées à la partie inférieure. D'autre part, il sera indispensable d'enfermer dans une petite armoire bien close les réactifs qui émettent des vapeurs dangereuses, comme les acides nitrique, hydrochlorique, l'ammoniaque, l'hydrosulfate d'ammoniaque, l'iode, le brôme, etc., etc., en un mot toutes les substances volatiles: il conviendrait mieux encore de conserver tous les réactifs dans une petite pièce attenante, de manière à maintenir l'air du laboratoire ou de la chambre dans toute sa pureté. Ce sont là, nous le répétons, des précautions indispensables, et dont l'oubli, si dangereux, mais malheureusement si facile à l'étudiant, peut

entraîner les accidents les plus fâcheux et dont nous nous efforçons par nos conseils de le préserver. Une grande table, garnie de deux tiroirs, sera placée en face de la fenêtre : c'est sur cette table que se feront les opérations qui ne dégagent pas de produits gazeux. Le long des murs de la chambre seront fixées quelques tablettes, pour y déposer différents objets ; un certain nombre de petits clous à crochet, pour y suspendre les tubes courbés ; et deux grandes pattes en fer à crochet ou deux tasseaux en bois, placés à distance convenable sur la même ligne horizontale, pour supporter les tubes droits. Deux terrines seront à la disposition de l'opérateur, l'une pleine d'eau propre et l'autre également remplie d'eau, et dans laquelle seront toujours déposés les tubes, fioles et flacons salis qui ont servi.

Une petite fontaine serait utile ; à son défaut, on pourrait prendre un de ces seaux en bois, cerclés en fer, de forme allongée, à ouverture étroite, dans la paroi duquel, près du fond, on pratiquerait une petite ouverture destinée à recevoir un robinet en cuivre ou en bois. Il sera également commode de pouvoir disposer d'une petite cuve en bois, sur laquelle on fixe une planchette percée de trous, dans lesquels on maintient renversés les fioles, matras et flacons, qui, dans cette position, s'égouttent parfaitement.

Il est indispensable de conserver le plus grand ordre et la plus grande propreté dans le laboratoire : un vase ne doit pas être remis en place, avant d'avoir été bien nettoyé. Tout vase, tout flacon contenant une substance quelconque doit être étiqueté ; on trouve chez les papetiers des boîtes contenant de petites étiquettes en papier gommé et toutes préparées ; après une opération, une étiquette doit être de suite apposée sur le vase qui en contient les produits. L'étudiant devra également noter avec soin, ordre et journellement, sur un registre ou cahier spécial, le résultat de ses expériences. Un tableau noir, avec craie, sera utile.

Il faut commencer par organiser le matériel du laboratoire et construire les appareils : à cet effet, nous donnons ci-après la liste des objets qu'il est nécessaire d'abord de se procurer, tant

en outils qu'en matières premières nécessaires auxdites constructions.

Outils.

1 marteau (254) [1].
1 râpe demi-ronde (297).
1 lime plate (247).
2 petites limes triangulaires (247).
1 petite lime ronde, dite *queue-de-rat* (247).
1 paire de gros ciseaux (105).
1 ciseau de menuisier (105).
1 petite pince à mâchoires plates (283).
1 petite pince à mâchoires rondes (283).
1 tenaille coupante (283).
4 alènes de bourrelier.
2 petites vrilles.
1 compas.
1 double décimètre en bois.
2 couteaux (113).
1 petite scie.
1 meule montée, ou un grès (268).
1 bloc de fonte servant d'enclume.

Matières premières et Objets divers.

200 grammes de gros fil de fer n° 25 (170).
500 grammes de fil de fer moyen n° 16 (170).
200 grammes de fil de fer fin n° 2 (170).
100 grammes fil de fer, fin comme cheveu, en bobines.
100 grammes de fil de laiton fin et de zinc.
100 grammes de fils divers de plomb.
1 feuille très-mince de cuivre jaune.
1 feuille très-mince de tôle ou de fer-blanc.
100 bouchons de liége assortis (36).
2 kilogrammes de tubes de verre assortis (341).

[1] Les chiffres entre parenthèses désignent les alinéa.

60 fioles, dites *à médecine*, de diverses grandeurs (188).
6 flacons divers, sans bouchons (59) (62) (212).
1 assiette creuse (211).
1 saladier.
12 verres de montre (44).
2 verres ordinaires à boire.
2 grands verres à bière (228).
12 verres à liqueur (346).
2 grandes terrines (335).
2 petits pots en porcelaine (270).
1 petit godet en porcelaine (271).
2 billes en agate (270).
250 grammes de baguettes en verre plein (29).
1 main de papier blanc à filtre (173).
1 petite balance, dite *trébuchet* (16).
1 petit pinceau.
1 petite bougie.
250 grammes de goudron à cacheter (256).
50 grammes de cire jaune ordinaire (258).
500 grammes de poix noire (256).
125 grammes d'essence de térébenthine.
10 grammes de gomme arabique.
1 morceau de savon.
1 carafe avec son bouchon, pour conserver l'eau distillée.
Cartes.
Encre de Chine.
Pierre à fusil.
Briquet.
Terre de pipe (8).
10 pains de tournesol (336).
Cuivre rouge en petites lames.
Zinc en petites lames.
1 thermomètre à mercure, gradué depuis 15° au-dessous de 0°, jusqu'à 120° au-dessus environ (l'échelle sur papier est enfermée dans le verre), de 3 fr. à 10 fr.
2 capsules en porcelaine.

1 capsule en cuivre.

1 capsule en platine.

1 lame de platine très-mince, de 60 à 80 centimètres carrés de surface (85).

Comme on le voit, nous renvoyons par des chiffres aux paragraphes où il est parlé de la nature et du choix de ces différents objets.

Il serait inutile de construire à la fois tous les appareils, qui ne seront nécessaires qu'au fur et à mesure des opérations; nous avons indiqué (351) ceux qu'il faut d'abord confectionner pour les premières manipulations, réservant les autres pour les opérations subséquentes.

2. Nous donnons ci-après la liste des substances ou réactifs qui sont employés dans le courant des manipulations : nous avons cru bien faire en donnant approximativement la quantité qu'il convient de s'en procurer, afin que l'étudiant ne fût pas obligé de les acheter par petites portions au fur et à mesure des opérations, ce qui en élèverait le prix, et que, d'un autre côté, il n'en achetât pas des quantités plus considérables que les besoins ne l'exigeront. Nous en avons consigné également le prix. Quant aux objets de platine, il faut les demander à un fabricant spécial. Ne vous adressez pas aux pharmaciens, dont les prix sont généralement fort élevés.

Il serait inutile d'acheter à la fois toutes les substances ci-après désignées; il conviendra de se les procurer au fur et à mesure des besoins, mais toujours suivant les quantités prescrites, parce que celles-ci ont été calculées approximativement pour suffire à toutes les opérations ultérieures. Certaines substances corrosives doivent être renfermées dans des flacons en verre bouchés à l'émeri, mais le plus grand nombre peut être contenu dans des fioles ordinaires, qui seront fermées avec des bouchons de liége bien préparés, et, pour plus de sûreté, enduits de mastic mou (258). Dans ce dernier cas, il faudra se présenter chez le fabricant avec des fioles préparées à l'avance. Nous avons indiqué la nature du récipient qu'il convient d'adopter pour chaque substance.

Substances et Réactifs.

			Prix.
Acétate de plomb ordinaire (*dans une fiole*) . . . . . , ...	50 gram.	» fr.	10 c.
Acide acétique à 8° pur (*dans un flacon à l'émeri*)	250	»	50
Acide arsénieux (*arsenic blanc*), *id.* . .	125	»	10
Acide borique, *id.*	50	»	30
Acide hydrochlorique ordinaire (*dans un flacon à l'émeri*)	500	»	20
Acide sulfurique ordinaire à 66°, *id.* . .	500	»	15
Acide nitrique ordinaire à 36°, *id.* . . .	500	»	60
Acide tartrique cristallisé (*dans une fiole*)	50	»	40
Alcool ordinaire à 36° (*dans une bouteille ordinaire bien bouchée*).	1 litre.	2	50
Alun (*dans une fiole*).	125 gram.	»	10
Amidon, *id.*	»	»	25
Ammoniaque ordinaire à 22° (*dans un flacon à l'émeri*)	250	»	75
Antimoine métallique.	100	»	30
Arsenic métallique (*dans une fiole*). . . .	50	»	15
Baryte sèche (*dans une fiole très-bien bouchée*)	3	»	20
Bi-oxalate de potasse, ou sel d'oseille (*dans une fiole*)	50	»	35
Bicarbonate de potasse, *id.*.	10	»	20
Bismuth.	50	1	»
Bleu de Prusse	25	»	25
Borate de soude, ou borax raffiné (*dans une fiole*).	100	»	40
Carbonate d'ammoniaque (*dans une fiole très-bien bouchée*)	30	»	15
Sous-carbonate de soude pur (*dans une fiole*).	200	»	60
Carbonate de potasse, *id.*	200	1	60

			Prix.
Chaux ordinaire (*dans un grand bocal bien fermé*)	500 gram.	»	50
Chlorate de potasse pur (*dans une fiole*)	50	»	50
Céruse, ou carbonate de plomb, *id.*	200	»	30
Chlorure de baryum ordinaire, *id.*	25	»	15
Protochlorure d'étain cristallisé (*dans une fiole très-bien bouchée*)	25	»	20
Chlorure de nickel (*dans une fiole*)	2	»	50
Chlorure de sodium, ou sel ordinaire, *id.*	250	»	15
Chromate de potasse jaune, *id.*	25	»	20
Chromate de potasse rouge, *id.*	25	»	15
Cuivre en tournure, *id.*	100	»	50
Cyanoferrure jaune de potassium, *id.*	25	»	20
Cyanoferrure rouge de potassium, *id.*	25	»	30
Eau de baryte (*dans une fiole très-bien bouchée*)	50	»	25
Étain en baguettes	125	»	60
Fluorure de calcium naturel	50	»	10
Hydrochlorate d'ammoniaque blanc (*dans une fiole*)	100	»	60
Hydrosulfate d'ammoniaque liquide (*dans un flacon à l'émeri*)	100	1	20
Iode (*dans un flacon à l'émeri*)	10	1	»
Indigo, *id.*	5	»	15
Litharge	125	»	20
Marbre blanc statuaire	»	»	»
Minium	50	»	10
Mercure	2 kilog	27	»
Nitrate de baryte cristallisé (*dans une fiole*)	10 gram.	»	05
Nitrate de cobalt cristallisé, *id.*	3	»	90
Nitrate de potasse pur, *id.*	100	»	25
Nitrate de strontiane, *id.*	30	»	15
Potassium (*dans un flacon à l'émeri, plein d'huile de naphte*)	2	2	»
Potasse caustique à la chaux (*dans une*			

			Prix.
fiole très-bien bouchée)	100 gram.	»	60
Potasse à l'alcool (*dans une fiole très-bien bouchée*)	25	»	90
Peroxyde de manganèse en poudre. . .	250	»	90
Plomb pauvre.	125	»	20
Phosphore (*dans une fiole pleine d'eau*). .	25	»	50
Phosphate de soude ordinaire (*dans une fiole*)	30	»	60
Sulfate de magnésie pur, *id*.	25	»	10
Sulfure d'antimoine naturel.	200	»	40
Soude caustique à la chaux (*dans une fiole bien bouchée*)	50	»	30
Soufre en canon.	250	»	15
Soufre en fleurs.	250	»	20
Strontiane sèche (*dans une fiole très-bien bouchée*).	3	»	15
Zinc en grenailles.	125	»	25
Zinc en lames.	500	»	25

Tous les réactifs autres que ceux ci-dessus désignés, et qui seront employés dans le courant des manipulations, devront être préparés par l'opérateur comme il sera enseigné.

OUTILS, INSTRUMENTS, APPAREILS

ET OPÉRATIONS GÉNÉRALES.

---

3. Action de la chaleur sur les corps. — Nous enseignons (125) toutes les opérations à faire successivement subir au corps sur lequel on veut étudier l'action de la chaleur.

4. Alcool. — L'alcool, ou *esprit-de-vin*, sert dans les laboratoires, soit comme combustible, soit comme dissolvant. Pour le premier emploi, l'esprit-de-vin ordinaire du commerce à 36° est très-convenable : il doit être plus fort quand on s'en sert comme dissolvant. On le conserve dans une bouteille ordinaire bien bouchée.

5. Analyse. — (290) (248) (109).

6. Appareil hydropneumatique pour recueillir les gaz sous l'eau ou sous le mercure. — Cet appareil, d'une construction nouvelle et d'un usage facile, est décrit (206) (211) (217).

7. Appareil de Woulf. — Cet appareil, propre à dissoudre les gaz dans l'eau, est décrit (228).

8. Argile. — L'argile blanche ou terre de pipe nous sert à préparer des creusets (116), de petites lames propres à supporter les corps soumis à l'action de la chaleur (87) et des becs de chalumeau (73). On la trouve dans le commerce ; il faut la choisir blanche et pure.

9. Balance. — La balance est un instrument indispensable au chimiste, qui ne doit faire aucune opération sans peser les substances qu'il emploie et les produits qu'il obtient. On peut très-bien se dispenser de construire celle que nous conseillons, en achetant à faible prix un petit *trébuchet;* néanmoins nous invitons l'étudiant à saisir cette occasion d'acquérir une certaine adresse, qui est précieuse et même indispensable. Franklin disait avec raison qu'un chimiste devait savoir scier avec une lime et limer avec une scie.

La balance que nous proposons est d'une exécution simple, et convient aux usages ordinaires de notre laboratoire : c'est, en peu de mots, une règle plate en bois, suspendue dans son milieu par un fil de soie ou un crin, et supportant les plateaux à ses deux extrémités. Néanmoins elle est d'une construction délicate, parce qu'elle doit facilement peser le demi-décigramme ; nous allons en donner tous les détails, en négligeant toute considération théorique, qui ne doit pas ici nous occuper.

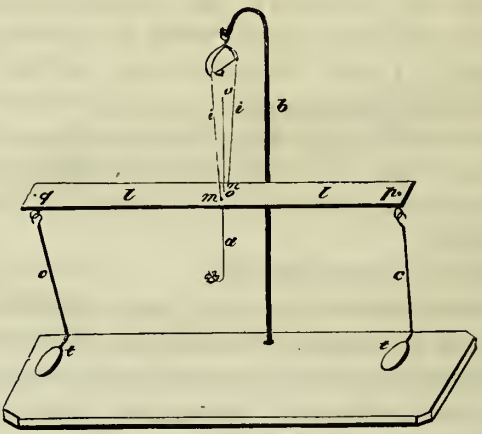


Fig. 1.

10. *Fléau.* — Façonnez avec du bois dur, chêne, cornouillier ou poirier, une règle plate bien équarrie (*l*), ayant $0^{m}3$ de long, $0^{m}02$ de large et $0^{m}002$ d'épaisseur; tracez les lignes (*a b*) et (*c d*), qui divisent la largeur en deux parties égales; ces deux perpendiculaires se coupent en un point (*o*); avec le compas,

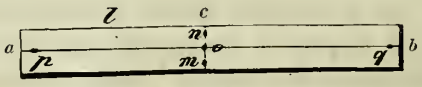


Fig. 2.

prenez très-exactement sur (*a b*) les longueurs (*o p*) et (*o q*), égales entre elles, et sur (*c d*) les longueurs (*o m*) et (*o n*), aussi égales entre elles; aux cinq points (*o*), (*m*), (*n*), (*p*), (*q*), bien déterminés, percez la règle de part en part, à l'aide d'un petit

poinçon délié, de manière à faire des trous de la grosseur d'une aiguille ordinaire.

11. *Aiguille.* — Dans le trou (*o*) insinuez à frottement un fil de fer ou de laiton (*a*), de 0m2 de long, bien droit, recourbé inférieurement en crochet et de la grosseur d'une forte épingle; il devra être fixé invariablement, et de manière que la règle le divise à peu près en deux parties égales : c'est l'aiguille de la balance.

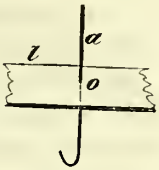


Fig. 3.

12. *Mode de suspension.* — Dans le trou (*m*), insinuez l'extrémité d'un fil de soie ou de crin (*i*), qui, ramené en dessous dans le trou (*n*), se réunira supérieurement par un nœud à l'autre bout : c'est ce fil qui suspendra le fléau et lui permettra d'osciller librement en vertu de sa souplesse. Il est très-important que les trous (*m*) et (*n*) ne soient pas plus gros que le fil, qui doit y entrer presque à frottement.

13. *Plateaux.* — Dans les trous (*p*) et (*q*) insinuez une petite boucle de soie, retenue supérieurement par un nœud, et dans laquelle s'engagera le crochet de la tige (*c*) des plateaux : cette tige est formée d'un fil de laiton assez fort, terminé par un anneau horizontal (*t*) sur lequel se pose un verre de montre, qui sert de plateau mobile.

14. *Support.* — Le support (*b*) du fléau est un gros fil de fer recourbé, et fixé solidement dans le plateau inférieur, formé d'une planchette carrée.

15. Cela fait, et la balance montée, il reste à l'ajuster, car on remarquera qu'elle est folle, c'est-à-dire qu'elle reste stationnaire et penchée tantôt à droite, tantôt à gauche, parce que le centre de gravité du système est un peu au-dessus du centre de suspension, tandis qu'il doit, au contraire, être un peu au-dessous; pour l'abaisser, vous engagerez dans le crochet inférieur de l'aiguille (*a*) une suite de petites rondelles percées, formées de grains de plomb aplatis; après la pose de chaque rondelle, essayez la balance, pour savoir si elle est encore folle, et il arrivera un moment où, penchée d'un côté, elle se relèvera d'elle-même et se fixera après une suite d'oscillations. Cet ajus-

tement demande du soin et de la patience; la balance n'étant plus folle, il faut la mettre en équilibre à l'aide de petits brins de plomb fixés sur les tiges des plateaux, de manière que l'aiguille se confonde dans le plan vertical du fil de suspension (*i*). L'aiguille doit être placée bien perpendiculairement sur le fléau.

Il ne faut pas exiger de cette balance une extrême précision; mais, quand elle est bien faite, elle pèse facilement 5 centigrammes, sensibilité bien suffisante pour nos opérations.

16. On trouve dans le commerce de petites balances en cuivre, dites *trébuchets*, à un prix modéré, et qui seraient d'un aussi bon usage.

17. *Manière de peser.* — On commence par mettre la balance en équilibre, ce qu'on fait avec de petits grains de plomb ou sable, ou même des morceaux de papier.

Le corps à peser est placé dans un des plateaux, et dans l'autre sont ajoutés successivement les poids capables de rétablir l'équilibre. Ce mode de peser exige que les distances des points de suspension du fléau aux points de suspension des plateaux soient égales entre elles, ou autrement dit que les bras de leviers soient égaux : cette dernière condition est rarement remplie; mais on peut s'en passer au moyen de la *double pesée*. Ce procédé permet de faire des pesées très-exactes avec une balance fausse, et il devra être toujours employé aussi bien pour les opérations délicates, la confection des poids, par exemple, que pour les opérations ordinaires.

18. *Double pesée.* — Supposons qu'il s'agisse de prendre le poids d'un corps; mettez celui-ci dans un plateau, et placez dans l'autre des corps quelconques, grains de plomb, de sable, morceaux de papier, qui lui fassent équilibre; enlevez alors le corps et substituez-y des poids qui, l'équilibre étant rétabli, donneront son poids exact. S'il s'agit, au contraire, de prendre un poids déterminé d'une matière, faites équilibre par des corps quelconques au poids demandé, et substituez à celui-ci la quantité de matière capable de maintenir l'équilibre, quantité qui sera exactement conforme au poids fixé..

Le procédé suivant est une modification de la double pesée.

Mettez dans un des plateaux de la balance une série de poids faisant ensemble 10 grammes, et placez dans l'autre plateau des grains de plomb de chasse ou tout autre corps, de manière à établir l'équilibre. S'agit-il de peser 2 grammes d'une substance? Enlevez 2 grammes à la série de poids, et mettez en place, dans le même plateau, la quantité de substance capable de rétablir l'équilibre; celle-ci aura exactement le poids demandé.

19. On ajuste la pesée des corps pulvérulents soit avec une spatule (310), soit avec un morceau de papier ou une carte, à l'aide desquels on ajoute ou enlève de très-petites quantités de matières.

20. On obtient facilement l'équilibre dans la pesée des liquides en y plongeant un bout de papier à filtre tortillé, qui soutire, par absorption et capillarité, les plus petites quantités. La pipette (186) est aussi pour cela d'un bon usage.

21. On pèse les corps volatils en les plongeant dans une capsule pleine d'eau préalablement équilibrée sur la balance.

22. *Poids.* — Les poids sont ordinairement en cuivre jaune; il suffira d'avoir la série suivante :

1 poids de	100 grammes.		1	—	1 gramme.
1 —	50 —		1	—	5 décigrammes.
1 —	20 —		2	—	2 —
1 —	10 —		1	—	1 —
1 —	5 —		1	—	5 centigrammes.
2 —	2 —				

23. Ces poids se trouvent facilement dans le commerce; cependant on pourrait en faire une partie avec des pièces de monnaie neuves.

			POIDS.	TOLÉRANCE par KILOGRAMME	DIAMÈTRE.
La pièce d'or de....	20 fr. »	pèse	6g4516	2 gram.	21 millim.
—	10 »	—	3,2258	2 —	19 —
La pièce d'argent de	5 »	—	25	3 —	37 —
—	2 »	—	10	5 —	27 —
—	1 »	—	5	5 —	23 —
—	» 50	—	2g50	7 —	18 —
—	» 20	—	1	10 —	15 —
La pièce de cuivre de.	» 10	—	10	10 —	30 —
—	» 05	—	5	10 —	25 —
—	» 02	—	2	15 —	20 —
—	» .01	—	1	15 —	15

24. Un fil de cuivre ou de platine, du poids de 5 grammes, étant divisé avec soin en cinq parties égales, donnera le gramme et deux poids de 2 grammes l'un ; ainsi de suite pour les autres poids, et surtout pour les subdivisions du gramme, qu'on obtiendra facilement de cette manière.

25. Le procédé suivant donne exactement des poids très-petits. Enroulez sur un gros fil de fer ou de cuivre un fil de laiton, ou mieux de platine, de manière que les anneaux soient pressés les uns contre les autres et parfaitement contigus ; prenez un poids déterminé de ce fil roulé en spirale, remettez-le sur la tige de fer qui a servi de mandrin, appliquez une lame de couteau dans le sens de l'axe de la tige, de manière que les deux extrémités de la spirale se trouvent sous la lame, et frappez un coup sec avec un marteau ; vous obtiendrez ainsi plusieurs anneaux de même poids et dont le nombre indiquera la fraction du poids primitif qu'ils représentent ensemble. Si, par exemple, la spirale pesait 1 gramme et qu'elle fournît dix anneaux, chacun d'eux représenterait 1 décigramme.

26. Balance de précision. — Une excellente balance de précision est indispensable au chimiste habile, qui doit peser des quantités très-petites de matière : un semblable instrument, qui, chargé de 100 grammes, accuse la présence du demi-milligramme, et quelquefois moins, est sans doute fort précieux ; mais son usage est interdit très-probablement à la plupart des étudiants, qui ne peuvent consacrer une centaine de francs au

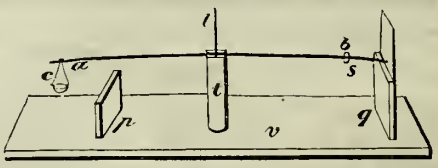


Fig. 4.

moins à cette acquisition. La balance que nous proposons n'a aucune prétention à l'égard de ses rivales ; elle offre seulement une nouvelle occasion à l'élève d'acquérir l'adresse des mains, l'habileté des doigts, l'exercice de son intelligence. Nous le répé-

tons encore, nous n'avons pas la prétention de créer des instruments précieux, capables des analyses les plus délicates, des recherches les plus savantes, mais seulement de mettre l'étudiant à même d'étudier avec fruit, avec plaisir et économie.

La balance de précision que nous proposons est destinée à peser des corps très-petits. Dans les essais au chalumeau on opère sur des quantités de matière qui ne doivent guère excéder la grosseur d'un grain de millet; notre balance est destinée à peser ces petits corps; c'est ainsi qu'avec elle, dans l'essai des monnaies d'or et d'argent, nous avons pesé jusqu'à un dixième de milligramme, et reconnu exactement leur titre légal, comme nous le dirons plus loin (743).

Le chalumeau est un instrument si précieux, que nous avons cru bien faire en cherchant à construire économiquement une balance capable de peser les particules sur lesquelles on opère.

La balance est une espèce de romaine. Une tige de paille (*a b*) est suspendue librement par son milieu (*o*); à l'une de ses extrémités (*a*) est suspendu un petit plateau fixe (*c*), et sur l'autre bras se meut un petit poids (*b*) dont la distance à l'axe de suspension (*o*) indique le poids du corps placé sur le plateau dans la position d'équilibre.

Nous allons entrer dans les détails de la construction.

Fléau. — Choisissez une forte paille (*a b*) bien saine, sans nœuds ni fente, et légèrement courbée en forme d'arc, de 0^m24 de longueur environ. Marquez avec une plume le point (*o*) au milieu à peu près de cette paille, et de chaque côté de ce point, à l'aide du double décimètre, marquez très-exactement les lon-

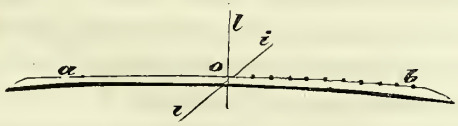


Fig. 5.

gueurs (*o a*) et (*o b*) de 0^m10 chacune; l'une d'elles (*o b*) sera divisée, avec des traits déliés à l'encre, en centimètres et demi-centimètres. Faites une légère entaille à mi-paille, et (*a*) et (*b*),

pour bien marquer ces points importants. Au point (*o*), piquez horizontalement une aiguille des plus fines (*i*), non point dans le milieu de l'épaisseur de la paille, mais supérieurement, aussi haut que possible, vers la partie la plus élevée de la courbe; cette aiguille est l'axe de suspension, qui tournera dans de petits tubes en verre (*m*) (*n*) comme tourillons; ces tubes sont fixés horizontalement et à frottement sur un grand bouchon de liége (*t*) de 0m05 de hauteur, taillé comme on le voit, et planté verticalement avec de la colle sur une planche (*v*). Une aiguille (*l*) est plantée verticalement au point (*o*) dans la paille; nous en dirons plus loin l'usage.

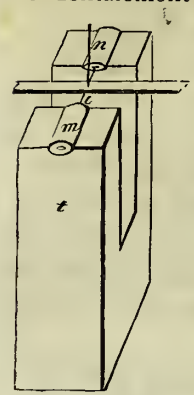


Fig. 6.

Plateau. — Faites le petit plateau (*c*); c'est un petit vase en papier à lettre très-fin, arrondi sur une bille par la pression du doigt, ayant la forme d'une capsule de 0m01 de diamètre environ; ce petit vase sera collé avec un peu de mastic à la partie inférieure, dans une espèce d'anse ou anneau en fil métallique extrêmement fin, d'acier, ou mieux de platine; ce petit plateau sera suspendu dans l'entaille faite en (*a*).

Fig. 7.

Poids. — Faites un petit anneau en fil métallique très-fin (le platine est très-convenable) et du poids exact de $\frac{1}{2}$ décigramme par exemple, et suspendez cet anneau, ou poids étalon (*s*), dans l'entaille faite en (*b*).

Fig. 8.

Ajuster. — Cela fait, mettez la balance en équilibre; placez d'abord le plateau (*c*) dans l'entaille (*a*), et le poids (*s*) dans celle (*b*); taillez en bec de flûte l'extrémité du bras de levier le plus léger; introduisez de la cire dans la cavité, et sur cette cire implantez successivement et délicatement de petites pierres ou grains de plomb, de manière à placer le fléau dans sa position horizontale. Mais dans la mise en équilibre, qui est une opération longue et difficile, il peut arriver que la balance soit folle ou paresseuse : elle sera folle si le fléau reste incliné, tantôt à droite, tantôt à gauche, dans la position où on le met; elle sera

paresseuse, au contraire, si le fléau revient en peu d'oscillations à sa position horizontale, ce qui prouve que l'instrument n'est pas assez sensible. Dans les deux cas, le centre de gravité du système est mal placé relativement au point de suspension; dans le premier, il est au-dessus de celui-ci, et dans le second il est au-dessous. C'est avec l'aiguille verticale (*l*) que nous corrigerons ces défauts par des tâtonnements prolongés : l'aiguille sera placée au-dessous de la paille si la balance est folle, et au-dessus si elle est paresseuse. Au reste, si la paille a été choisie de courbure convenable, et si l'aiguille horizontale a été plantée aussi haut que possible, la balance ne sera ni folle ni paresseuse, et on pourra se passer de l'aiguille verticale additionnelle. On a le soin d'établir des deux côtés du support deux petites pièces verticales (*p*) et (*q*) en bois ou en carton, collées sur la planchette, destinées à soutenir le fléau dans ses oscillations; sur l'un d'eux (*g*) est marqué un petit trait, servant de repère, et placé de manière que l'extrémité du fléau se trouvant à sa hauteur et tout vis-à-vis, celui-ci soit horizontal.

Pesée. — L'équilibre étant établi, rien de plus facile que de peser un petit corps placé dans le plateau, pourvu toutefois qu'il soit d'un poids inférieur à celui (*s*) qui nous sert d'unité, celui de $\frac{1}{2}$ décigramme, par exemple. A cet effet, poussez avec un fétu de paille, une barbe de plume ou la lame d'un canif, très-délicatement et peu à peu, l'anneau (*s*) vers l'axe de suspension, en le faisant glisser sur la paille : il arrivera à une position où le fléau se relèvera et se placera horizontalement après quelques oscillations; comptez, à l'aide du double décimètre, le nombre de millimètres qui séparent le point (*o*) de celui où s'est arrêté le poids (*s*), multipliez ce nombre par la valeur du poids (*s*), divisez le produit par 100, et vous aurez le poids du corps pesé.

Supposons que le poids (*s*) soit de $0^{g}05$, et qu'après la pesée d'un certain corps le nombre de millimètres, comptés comme ci-dessus, soit de 87, le poids de ce corps sera

$$\frac{0^{g}05 \times 87}{100} = 0^{g}0435 \text{ ou } 43 \text{ milligrammes et demi.}$$

Nous avons choisi 0^g05 pour unité de poids; il sera bon d'avoir un poids plus petit, de 0^g01 par exemple, qu'on fera avec la balance elle-même; mais il faudra faire un autre plateau (*c*) tel qu'il fasse équilibre à vide à ce nouveau poids placé à l'extrémité (*b*) du fléau. Un calcul semblable au précédent donnera le poids du corps pesé. Ainsi, dans les mêmes circonstances d'équilibre que ci-dessus, le corps pèsera

$$\frac{0^g01 \times 87}{100} = 0^g0087 \text{ ou 8 milligrammes et } 7/10.$$

Cette balance est si délicate et si sensible, qu'on ne peut s'en servir dans l'air, ordinairement trop agité. Il faut peser sous une cage : à cet effet, vous ferez avec cinq feuilles de carton une boîte, fermée en avant par une lame de verre (*u*) (*fig.* 9) : celle-ci sera fixée inférieurement par une charnière faite avec un morceau de toile, collé, qui lui permettra de s'abattre, et se fermera en haut par un petit clou courbé en crochet (*x*). Il faudra toujours fermer la cage pour faire les pesées.

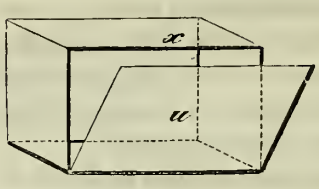


Fig. 9.

27. Nous croyons utile de transcrire la description d'une petite balance de précision imaginée par M. le docteur Black, qui écrit en ces termes à M. Smithson (*Manipulations chimiques de Faraday*) : « L'appareil (*fig.* 10) dont je me sers pour peser de

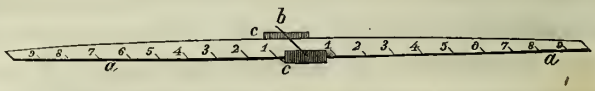


Fig. 10.

petits globules de métal, ou autres objets semblables, est construit de la manière suivante : je prends une planche mince de sapin (*a*), de 0^m002 au plus d'épaisseur, et longue de 0^m30, large au milieu de 0^m008 et de 0^m004 à chaque extrémité; je la divise par des lignes transversales en 20 parties, c'est-à-dire 10 parties de chaque côté du milieu. Ce sont les divisions principales, et chacune se divise en moitié et en quart. Au milieu, je place,

pour servir d'axe, une aiguille (*b*) des plus fines que j'ai pu me procurer, et qui est ajustée sur la petite planche au moyen d'un peu de cire à cacheter. Les numéros des divisions partent du milieu, en augmentant vers les extrémités de la planche. Le support (*c*) est une plaque de cuivre qui pose à plat sur une table; elle est courbée à angle droit, de telle manière que ses deux extrémités se relèvent verticalement. Elles doivent être usées en même temps sur une pierre plate à aiguiser, d'un grain très-fin (*pierre à rasoir*), afin que les deux surfaces du rebord soient parfaitement sur le même plan. Ces rebords sont assez éloignés pour que, lorsque l'aiguille est en place, il reste un espace assez grand entre eux et la planche pour qu'elle puisse jouer librement; ils ne s'élèvent au-dessus de la surface de la table que de $0^{m}001$ au plus, de sorte que le mouvement de la petite planche se trouve borné à peu de chose.

« Les poids dont je me sers sont un globe d'or qui pèse 5 centigrammes, et deux ou trois globules pesant chacun 5 milligrammes. Je me sers aussi d'un grand nombre de petits anneaux de laiton très-fin, faits d'après la méthode de M. Lewis. Cette méthode consiste à donner au fil de laiton la forme d'une spirale, en le roulant sur un fil métallique d'un plus grand diamètre et bien calibré; lorsque les deux extrémités de la spirale ont été solidement fixées sur le gros fil, je serre ce dernier dans un étau; puis, avec un couteau bien tranchant, que j'applique dans le sens de la longueur du fil, et sur lequel je frappe avec un marteau, je coupe d'un seul coup un grand nombre de petits anneaux, qui sont aussi exactement que possible égaux entre eux. Ceux dont je me sers représentent chacun 1 ou 2 milligrammes.

« Il est aisé de voir qu'au moyen de ces poids, placés à différentes parties de la planche, je puis connaître le poids des plus petites masses, depuis 5 centigrammes jusqu'à un demi-milligramme. Car si l'objet dont je veux avoir le poids pèse 5 centigrammes, il équilibrera le globe d'or, en plaçant celui-ci à l'une des extrémités du fléau. S'il pèse 25 milligrammes, il équilibrera le même globe placé au numéro *cinq;* s'il pèse 30 milli-

grammes, l'équilibre sera rétabli en plaçant le globe d'or sur *cinq* et un des globules à l'extrémité; enfin, s'il pèse seulement un demi-milligramme, un milligramme, un milligramme et demi, il sera contre-pesé par un des globules d'or placé à la première, à la seconde, à la troisième division. Si, au contraire, il pèse 5 centigrammes et une fraction, il sera contre-pesé par le globe d'or placé à une extrémité, et par un ou plusieurs globules placés sur une autre division du fléau.

« Cette balance m'a servi jusqu'ici pour toutes mes opérations; mais s'il m'en fallait une encore plus délicate, je pourrais la faire aisément, en choisissant une feuille de bois beaucoup plus légère et plus mince, et une aiguille encore plus fine. Il serait encore facile, pour la commodité, d'y ajouter de petits plateaux en papier. Dans ce cas, il faudrait élever le support sur un piédestal, ou tout autre support convenable.

« Lorsqu'on se sert de cette balance, il faut toujours placer et vérifier les poids sur le même côté où l'on pèse la substance, afin d'éviter autant que possible les irrégularités de la machine. Ainsi, l'on met la substance que l'on veut peser dans un des plateaux, et on l'équilibre par des contre-poids, du sable, par exemple, ou autre chose convenable placée dans l'autre; ôtant ensuite la substance, on la remplace par des poids, dont on met une quantité suffisante pour rétablir l'équilibre: la somme de ces poids sera le poids cherché de la substance; ou bien, si l'on a besoin d'une quantité déterminée, on équilibre d'abord le poids que l'on veut obtenir, puis on le remplace par la substance que l'on veut peser. Par ce moyen, on compense l'inégalité qui pourrait se rencontrer entre les deux bras. »

28. Cette balance est facile à construire, et j'invite l'étudiant à suivre les conseils du docteur Black. On trouve dans le commerce, au prix modique de 40 c., des doubles-décimètres en bois, bien divisés, et qui peuvent fort bien remplacer la planchette du docteur. Comme ce décimètre est relativement un peu épais, 2 à 3 millimètres au plus, il faudra loger l'aiguille dans une petite entaille médiane, pratiquée jusqu'à mi-bois; un petit sillon longitudinal, creusé dans l'axe de la règle, servira de logement

et de guide au globule métallique; une cavité sphérique, creusée à la dernière division d'une des extrémités, peut servir à loger la substance à peser.

Cette balance si délicate sera mise à l'abri de l'air et de la poussière dans une petite boîte en bois, plate (*a*) (*fig.* 11), de

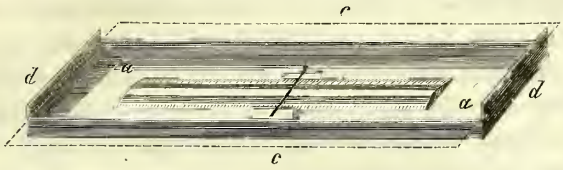


Fig. 11.

0m01 de profondeur environ, dont les bords extérieurs (*d*) sont surhaussés de 0m01; c'est entre ces deux bords qu'on glisse une lame de verre (*c*), que le dessin représente en ligne ponctuée. Cette sorte de cage est aussi simple que commode.

On trouve dans le commerce des balances dites *trébuchets d'analyse*, au prix de 36 à 48 fr.

29. Baguettes de verre. — Les baguettes de verre ou agitateurs sont des tiges cylindriques de verre plein, blanc et transparent; on doit en avoir une douzaine de 0m10 à 0m20 de longueur, sur 0m002 à 0m004 de diamètre.

Pour les couper de la longueur convenable, tracez avec la lime triangulaire une légère entaille sur la baguette, et, la saisissant de chaque côté de la marque, vous opérerez la séparation, en pesant de chaque côté et en écartant en même temps les mains, de manière à tirer légèrement dans le sens du verre. Si la séparation ne se faisait pas, une entaille plus profonde la déterminerait. La section a une arête circulaire, vive et tranchante, qu'on fera disparaître en arrondissant l'extrémité, soit avec la lime, soit sur la meule, soit mieux encore en déterminant un commencement de fusion dans la flamme de la lampe à alcool (56).

On peut faire les agitateurs avec de petits tubes capillaires, épais, dont on fermera (342) les extrémités au chalumeau (99) ou dans la flamme de la lampe à alcool (56).

30. Bains. — On donne le nom de *bain* à un vase de matière quelconque contenant du sable, de l'eau, de l'huile, ou une solution saline, qu'on chauffe à une température convenable, et dans laquelle on plonge la capsule ou le tube renfermant la matière humide qu'on veut dessécher.

Bain-marie.— Le nom de *bain-marie* est spécialement réservé au bain d'eau. Le vase peut être une grande capsule, ou mieux un de ces petits récipients culinaires évasés, à fond plat (*fig.* 25), appelés *casseroles*, de *fer-blanc* ou de *fer battu* étamé; un autre vase culinaire, appelé *marabout*, plus haut que large, à ventre arrondi, peut servir dans certains cas pour recevoir des tubes courbes. — Sur le récipient servant de bain-marie on place des disques en métal, ou rondelles concentriques, qui offrent des ouvertures de différents diamètres, selon la dimension des vases à chauffer. Lorsque toutes ces rondelles sont placées sur le bain, on a la plus petite ouverture, qui est généralement de 3 à 4 centimètres; mais en les retirant une à une, on obtient successivement des ouvertures plus considérables. Le bain-marie ne peut chauffer au delà de 100°, degré de l'ébullition de l'eau; on hâte ce terme en versant sur la surface de l'eau une légère couche d'huile, qui met aussi obstacle à l'évaporation.

31. *Bain d'huile.* — On se sert d'huile blanche; on peut élever la température jusqu'à 300°, terme de son ébullition.

L'appareil (*fig.* 12) représente une disposition très-simple: c'est un tube fermé (*a*) de 0m03 de diamètre, dont les bords sont légèrement rabattus, de manière à porter sur l'anneau (*b*) glissant sur la tige (*c*) d'un support ordinaire. Une petite plaque métallique (*d*) repose sur le tube (*a*); elle est percée et laisse passer le tube fermé (*e*) qui sert de récipient.

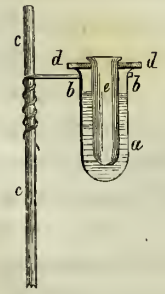


Fig. 12.

Dans cet appareil, on peut remplacer l'huile par une solution saline saturée, et même par un alliage fusible, ou de l'étain, de manière à obtenir une température très-élevée, jusqu'à 300° et 400°.

Dans les articles *Calcination* et *Distillation*, nous verrons des exemples intéressants de ce mode de chauffage.

32. *Bains de dissolutions salines.* — On obtient des températures supérieures à 100° avec les dissolutions salines. Une dissolution saturée des sels suivants entre en ébullition aux températures ci-après désignées :

Crème de tartre.	101°	» centigrades.
Alun	104	»
Borax.	105,	5
Sel commun	106,	9
Tartrate de potasse.	112	»
Hydrochlorate d'ammoniaque..	113,	5
Nitrate de potasse.	114	»
Carbonate de potasse.	140	»

33. *Bain métallique.* — L'alliage composé de :

Bismuth. .	8	parties.
Plomb. . .	5	
Étain. . . .	3	

qui fond avant 110° centigrades, permet d'obtenir des températures très-élevées.

34. *Bain de vapeur.* — Le chauffage à la vapeur d'eau présente le grand avantage d'opérer à une température qui ne peut dépasser 100°. L'appareil (*fig.* 13) représente une disposition dont nous faisons fréquemment usage, parce qu'une très-petite quantité d'eau, qui ne peut s'évaporer, suffit pendant un temps indéterminé à maintenir la chaleur convenable. L'appareil fonctionne seul, sans soin, sans gêne, sans nécessité d'alimentation.

Il s'agit de chauffer à la vapeur, ou à 100°, le liquide contenu dans le tube (*a*) ; le support *à glissement* (*b*) décrit (328), muni de sa lampe, supporte la fiole (*c*), contenant 40 grammes d'eau, et faisant fonction de chaudière. Sa capacité est de 170

centimètres cubes. Un tube (*d*) de 0m01 de diamètre, usé en biseau vers le bas, établit la communication entre la fiole (*c*) et le flacon (*e*) : ce dernier a 0m05 de diamètre ; on a enlevé avec un fer rouge (46) le fond, qui est remplacé par le bouchon (*g*) ; celui-ci reçoit le tube (*a*), de 0m022 de diamètre et 0m10 de longueur, ainsi qu'un petit tube emmanché dans le gros tube (*h*), de 0m022 de diamètre et 0m35 de longueur, servant de réfrigérant. Dans les tubes latéraux (*m*) et (*n*), on introduit à frottement de longs tubes (*p*) et (*q*), et trois fils fins métalliques (*r*), (*s*), (*t*) maintiennent l'appareil.

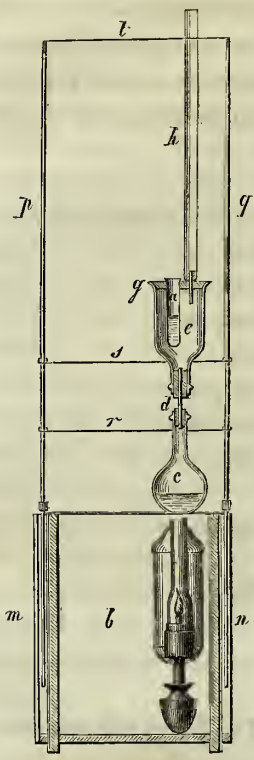


Fig. 13.

Les vapeurs qui se dégagent de (*c*) se répandent dans le flacon (*e*), le chauffent vivement, ainsi que ce qu'il contient, pénètrent dans (*h*), s'y condensent, sans jamais s'en échapper, et retombent goutte à goutte dans (*e*) et (*c*).

Le tube (*a*) (*fig.* 14) peut aussi servir de récipient, sans liquide, et recevoir un petit tube (*o*) dans lequel se passe la réaction ; un bouchon recouvre (*a*) et un petit fil de fer permet de retirer (*o*).

Fig. 14.

35. L'appareil (*fig.* 15) présente une autre disposition, dans laquelle on supprime le tube (*h*), mais à la condition qu'on peut alimenter d'eau la fiole, lorsque l'évaporation par le tube (*v*) en a trop diminué la quantité. En effet, l'inspection attentive du tube (*s*) avec ses accessoires fait voir qu'il est facile d'introduire de l'eau dans la fiole (*c*).

36. Bouchons de liége. — Les bouchons en liége servent à

fermer les flacons, les fioles, les tubes, ou à réunir les diverses parties d'un appareil; ils sont d'un emploi très-fréquent; aussi doit-on en avoir un assortiment de diverses grandeurs, surtout des plus petits, et quelques-uns de très-gros; ils doivent être de bonne qualité, exempts autant que possible de fentes, trous, nœuds, cavités; cette recommandation est très-importante, parce qu'un mauvais bouchon suffit pour faire manquer une opération; aussi conviendra-t-il d'en faire soi-même un choix chez le marchand.

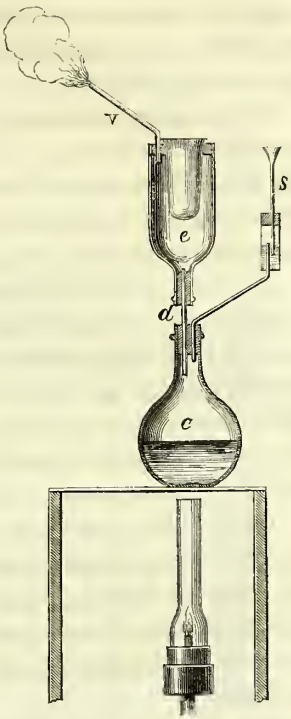


Fig. 15.

Il faut souvent couper, tailler, percer les bouchons: cette opération doit être faite avec le plus grand soin; il faut y mettre le temps convenable, et ne pas se hâter, ce qui arrive à l'étudiant, qui regarde, bien à tort, cette préparation comme secondaire, et le plus souvent ne manque une expérience que par la mauvaise disposition des appareils faits avec des bouchons mal préparés; nous le répétons avec instance, il faut préparer les bouchons avec le plus grand soin, et le temps employé est loin d'être perdu. Un bouchon bien fait n'a pas besoin d'être luté.

37. On coupe les bouchons avec un couteau dont la lame très-mince est bien affilée; un couteau à palette aiguisé sera très-convenable: la section doit être nette et sans déchirure. Veut-on dégrossir un gros bouchon, c'est-à-dire en diminuer le volume? Il faut, si la quantité de matière à enlever est grande, tailler d'abord avec le couteau et finir avec la *lime plate* (247); mais le plus souvent on le prépare avec la lime seule. A cet effet, tenez le bouchon de la main gauche, et de la main droite

frottez-le avec la lime, toujours d'arrière en avant et dans le sens de la longueur, en ayant le soin de le faire tourner entre les doigts après chaque coup de lime : un peu d'habitude rendra cette pratique facile.

Nous ne recommandons guère l'usage de la *râpe* (297), parce qu'elle écorche le liége, tandis que la lime plate à petits grains fait des surfaces nettes et polies ; le bouchon taillé doit être un peu conique et parfaitement rond, pour qu'il s'adapte bien dans une fiole ou un tube.

38. Pour percer un bouchon, tenez-le fortement de la main gauche, et de la main droite enfoncez le poinçon (288) dans le sens de l'axe, puis insinuez la queue-de-rat (247), dont le frottement ménagé pratiquera le trou convenable et bien rond ; si le bouchon doit recevoir un tube, celui-ci doit y entrer à frottement, et sera préalablement frotté avec du savon sec pour en faciliter l'enfoncement.

On peut aussi percer un bouchon, ou plutôt préparer le percement, en traversant le bouchon par un fil de fer qu'on chauffe au rouge à la flamme du chalumeau (99); la queue-de-rat termine convenablement l'ouverture. Ce fil de fer aura 0^m001 de diamètre, et 0^m06 de longueur, et sera fixé dans un bouchon servant de manche.

39. On trouve maintenant dans le commerce des *perce-bouchons* fort commodes : c'est une série de 12 tubes creux en cuivre jaune, s'emboîtant les uns dans les autres, et dont une des extrémités, taillée en biseau, sert de tranchant, tandis que l'autre, servant de manche, est arrondie. Le diamètre des plus gros est de 0^m022, et celui du plus petit est 0^m003; non-seulement avec ces tubes on fait des ouvertures très-régulières, mais encore on façonne de petits bouchons de petites dimensions.

On fait aussi des percerettes en acier, qui sont d'un utile emploi.

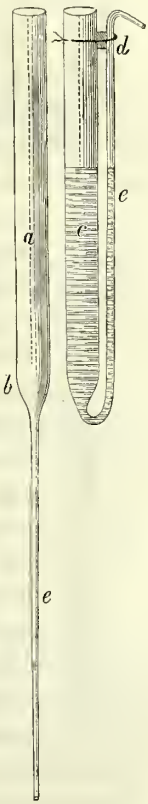
Les bouchons trempés dans la cire fondue conviennent pour fermer les flacons renfermant des substances corrosives.

40. Brasqués (*creusets*). — L'usage et la description de ces creusets, souvent employés dans les opérations pyrognostiques, sont indiqués (117).

41. Brosse. — Pour nettoyer l'intérieur des tubes, on y insinue à frottement un fil de fer de longueur convenable, à l'extrémité duquel on a fixé un tampon de filasse humide. On trouve aussi dans le commerce de petites brosses montées sur fil de fer, et dont les soies sont disposées circulairement dans un sens perpendiculaire à l'axe du fil.

42. Burettes. — Dans l'analyse à l'aide de liqueurs titrées, procédé des plus précieux par la facilité et la rapidité de l'exécution, on emploie des burettes graduées, que nous pouvons fort bien imiter. On choisit un tube assez épais (*a*), de 0^m01 de diamètre intérieur au plus; on marque avec de la craie une longueur de 0^m15, et à ce point (*b*) on l'effile (79) à la lampe (*fig.* 16). Pour le courber comme l'indique la figure 17, on approche avec précaution la partie effilée de la flamme d'une petite bougie, dite *rat-de-cave*, qui l'amollit et permet de lui donner la forme (*c*); un petit bouchon (*d*), serré avec un fil, maintient l'extrémité effilée (*e*). Pour graduer la pipette en centimètres cubes, on la pèse vide, puis contenant 10 grammes d'eau; on marque avec la lime le niveau de celle-ci dans (*c*), et l'on verse goutte à goutte, par le bec, assez d'eau pour que la burette, pesée de nouveau, ait perdu 1 gramme; on marque ce second niveau, et ainsi de suite. Rien de plus facile que de diviser en demi-centimètres cubes; mais il sera plus exact et plus commode de compter le nombre de gouttes contenues dans 1 centimètre cube, et qui seront autant de subdivisions de cette dernière capacité.

Fig. 16 et 17.



Les figures suivantes peuvent également être adoptées dans la confection des pipettes. Dans l'une (*fig.* 17 *a*), le tube à déversement est réuni à l'extrémité effilée du tube récipient par

un petit tube en caoutchouc; dans l'autre (*fig.* 17 *b*), les deux tubes sont réunis par un bouchon. Deux petits fils de cuivre réunis relient solidement les deux tubes.

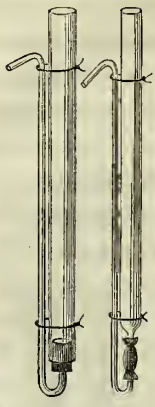


Fig. 17 *b* et 17 *a*.

M. Mohr, dans son *Traité d'analyse chimique à l'aide des liqueurs titrées,* conseille en outre la forme suivante (*fig.* 17 *c*), et jene peux mieux faire que de rapporter sa description : « La burette est un tube de verre aussi bien calibré que possible et fermé à la lampe. Pour tube à déversement, je choisis un tube de verre mince également bien calibré. Le diamètre extérieur de ce dernier est de 0^m004, et l'intérieur de 0^m0025. Après avoir recourbé presque à angle droit l'extrémité par laquelle on versera, en lui donnant 0^m03 à 0^m04 de longueur, on coupe ce tube de manière que la partie recourbée reposant en bas sur le bord du tube principal, l'autre extrémité touche presque le fond de ce dernier. Au moyen d'un diamant, on fait sur les deux tubes des traits qui doivent se correspondre. Cette burette peut parfaitement remplacer la burette de Gay-Lussac. »

Fig. 17 *c*.

La figure 17 *d* représente une modification fort commode. Le tube à déversement (*a*) et celui qui sert à souffler (*b*) sont placés dans un bouchon qui ferme le tube (*c*) et qui ne doit jamais être mouillé par le liquide. A cet effet, le tube (*c*) est fixé au mastic, dans un socle de bois.

Il est très-important de ne pas tenir les burettes à la main, et on les rend beaucoup préférables en les soutenant à l'aide d'un support mobile autour d'un axe horizontal.

Nous nous servirons du support à glissement (*fig.* 17 *e*) décrit déjà (325); l'axe horizontal est tout simplement un gros bouchon (*a*) creusé en gouttière à la râpe, et sur lequel on fixe la burette (*b*) à l'aide de fils métalliques croisés. Le frottement

très-doux du bouchon sur son axe de fer permet une très-lente inclinaison de la burette, qui laisse lentement tomber les gouttes. Les mains restent libres, et la droite seulement augmente de

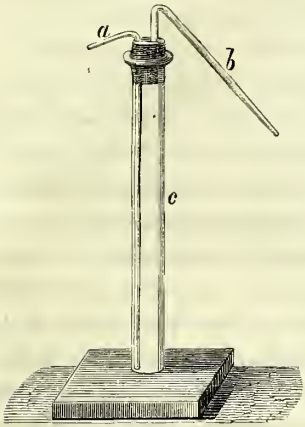


Fig. 17 *d*.

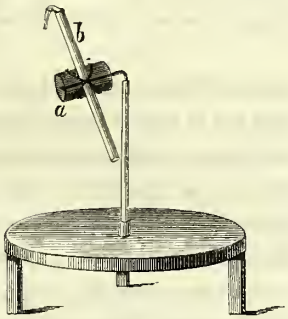


Fig. 17 *e*.

temps à autre l'inclinaison. Pour cesser l'opération, il suffit de relever un peu la burette, dont la dernière goutte extérieure rentre dans le tube de déversement.

43. Calcination. — *Voyez* (129) (158) (101).

44. Capsules. — Les capsules sont d'un usage continuel dans le laboratoire : c'est dans des capsules que se font la dissolution, l'évaporation, la cristallisation, la dessiccation d'une foule de substances. Nous nous servons presque exclusivement de capsules en verre coupées dans des fioles à médecine (188). Nous les distinguerons en capsules à *fond plat* et capsules *rondes*. Voici le moyen de les faire.

45. *Capsules à fond plat* (*fig.* 18). — Réunissez deux ou trois brins de fil de coton propre à faire des mèches, plongez-les dans l'alcool, et enroulez-les autour du ventre d'une fiole, à la place convenable, de manière à rejoindre et superposer les deux extrémités; tenez la fiole horizontalement, le fond dans une main et le col dans l'autre; enflammez l'acool, et, pendant la combustion, tournez la fiole entre les doigts, toujours horizontalement et de manière que la flamme ne lèche que les parties recouvertes par le fil (*fig.* 19); la séparation se fait bientôt avec bruit, et la section, qui

a suivi la direction du fil, est ordinairement bien nette. Il arrive souvent que la cassure s'effectue un peu au-dessus ou au-dessous du fil, mais toujours régulièrement. Si la fiole ne se sépare pas

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 20.

dans cette première expérience, il faut recommencer l'opération sur la même fiole refroidie ; la séparation n'a lieu quelquefois qu'au troisième ou quatrième essai. Si enfin la fiole résistait encore, ce qui arrive surtout quand elle est petite, il faudrait préalablement pratiquer avec la lime, dans la direction de la séparation projetée, une légère entaille, sur laquelle le fil humide sera enroulé, ce qui déterminera la fracture. Le fil doit être humecté convenablement, de manière à ne pas déverser de l'alcool sur la fiole entière, afin que la séparation ne se fasse qu'à l'endroit voulu. On peut substituer l'essence de térébenthine à l'alcool, mais ce dernier est préférable.

Faites ainsi plusieurs capsules de différentes grandeurs ; elles ne sont pas d'un aussi bon usage que les capsules *rondes*, parce qu'elles se nettoient assez difficilement, et qu'en raison de l'épaisseur du fond elles résistent moins bien au feu.

46. *Capsules rondes* (*fig.* 21).—Elles sont coupées dans le ventre même de la fiole ; nous nous en servons presque exclusivement.

Prenez un morceau de carton de 0^m001 à 0^m002 d'épaisseur, taillez-le en ellipse ou ovale sans trop de soin ; donnez au grand axe 0^m10 de longueur à peu près, et 0^m08 au petit axe ; mouillez ce carton ainsi façonné, appliquez-le sur le ventre d'une grande fiole, faites disparaître les plis qui se forment sur les bords au au moyen d'un manche d'outil ou tout autre morceau de bois poli ; entourez d'une ficelle la fiole et le carton, et laissez-les dans cet état jusqu'à parfaite dessiccation ; enlevez alors le carton, qui aura la forme d'une capsule, et taillez-le proprement avec des ciseaux, en ayant le soin de laisser les bords, dans le sens du petit axe, un peu

Fig. 21.

plus relevés que ceux du grand axe : ce patron servira à l'avenir à tracer à l'encre avec la plume sur les fioles la forme des capsules à couper. On pourrait également bien faire le tracé à l'encre sans un patron, en introduisant une quantité convenable d'eau dans la fiole, en maintenant celle-ci dans une position fixe et horizontale, et suivant avec la plume le contour de la surface de l'eau ; il faudrait avoir le soin de relever un peu les bords dans le sens du petit axe.

On peut faire deux et quelquefois trois capsules avec une seule fiole ; mais il vaut mieux n'en faire que deux : il sera plus facile de les bien couper ; cette opération demande d'ailleurs un peu d'habileté.

La capsule étant tracée à l'encre au moyen du patron (*fig.* 22), faites avec la lime triangulaire un petit trait vers le col sur le tracé ; tenez la fiole d'une main, et de l'autre appliquez sur le trait la pointe allumée d'un charbon composé (102) ou d'une tige de fer rougie au feu ; la fiole se fendra bientôt, en faisant entendre un petit bruit. Si la fente s'est écartée du tracé, ce qui arrive quelquefois, la capsule n'est pas cependant manquée ; présentez la pointe du charbon ou du fer à l'extrémité de la fente et un peu en avant, celle-ci suivra aussitôt la direction que vous lui donnerez, et vous la ramènerez ainsi vers le tracé. Continuez à promener doucement le charbon toujours en avant de la fente, que vous tâcherez de ne pas perdre de vue ; faites ainsi le tour de la capsule que vous enlevez ensuite facilement (*fig.* 23).

Fig. 22.

Fig. 23.

Vous couperez la seconde capsule par le même procédé. Il faut bien se garder, si l'on emploie le fer rouge, de prendre une tige trop grosse, qui déterminerait une large et longue cassure, qu'on ne saurait conduire et modérer. Il faut procéder très-lentement, par applications répétées du fer rougi. Un fil de fer de 0^m002 de diamètre, enfoncé dans un gros bouchon, et saillant ce dernier de 0^m05, chauffé au rouge à la flamme du chalumeau, sera parfaitement suffisant. La plus grande difficulté est de commencer la cassure, amorcée préalablement par un trait de lime ;

cela fait, contentez-vous d'avancer d'un centimètre par chaque apposition de chaleur, réchauffez le fil, et vous conduirez la cassure comme vous le désirerez.

On parvient rarement à donner à ces capsules une forme nette et régulière, parce que la main ou la fente ne suivent pas exactement le tracé de l'encre; mais on corrige ces petites irrégularités en usant les bords sur la meule humide. Cette dernière opération demande beaucoup d'attention. Il faut faire tourner la meule lentement, et appuyer légèrement les bords de la capsule, tenue très-inclinée, comme si on voulait tracer un sillon sur la pierre.

Il faut avoir le soin de choisir les fioles nettes, sans défaut, à ventre arrondi et à parois très-minces. La capsule la plus mince est la meilleure et résiste le mieux au feu.

47. Une ou deux capsules de métal, fer-blanc ou cuivre (*fig.* 24), de 0^m05 à 0^m06 de diamètre sur 0^m01 à 0^m02 de profondeur, sont utiles : un chaudronnier ou un ferblantier les ferait à peu de frais. Il sera bon de leur conserver une petite queue.

Fig. 24.

47 *bis*. On trouve dans le commerce, parmi les petits jouets en fer battu destinés aux enfants, de petites casseroles (*fig.* 25), plats (*fig.* 26) et autres menus récipients, qui, pour nous, sont d'un usage fort commode.

Fig. 25.

Fig. 26.

48. Une capsule de platine, de la forme d'un grand verre de montre bien creux, est d'un usage excellent; il faut faire en sorte de se la procurer, ainsi qu'une petite nacelle, ou petit vase de forme elliptique, qu'on introduit facilement dans les tubes, et qui convient parfaitement pour sécher les substances humides (153). On pourrait néanmoins y suppléer en partie, en découpant circulairement une petite lame de platine un peu épaisse, qu'on creuse facilement, en la martelant avec le plus grand soin du centre à la circonférence, à l'aide d'un petit marteau de bois.

49. On trouve aussi chez le fabricant de platine une petite

cuiller ronde, de 0m01 à 0m02 de diamètre environ, avec couvercle et portant une queue, qu'on enfonce dans un bouchon : elle est précieuse, parce qu'elle rougit tout entière sur la lampe à alcool.

Fig. 27.

50. Il convient d'avoir une douzaine de verres de montre de différentes grandeurs ; il ne faut pas les chauffer, parce qu'ils résistent difficilement à la chaleur, s'écaillent et se dépolissent bientôt. Ils sont bons pour reconnaître, recueillir, examiner des précipités; pour recevoir des matières pulvérulentes, etc.

51. Deux capsules en porcelaine, l'une de 0m10, et l'autre de 0m05 de diamètre, sont d'un bon usage : il faudra se les procurer.

52. *Capsules enfumées.* — J'appelle capsule enfumée un petit godet en porcelaine A (*fig.* 28), enduit de fumée par son immersion dans la flamme d'une bougie. Une goutte d'eau ou de solution saline, déposée dans cette capsule, y prend la forme globulaire, sans adhérence avec l'enduit charbonné, et l'addition dans ce globule d'une autre goutte de solution saline ou d'une parcelle solide de réactif, y produit tous les phénomènes de précipitation, coloration ou cristallisation, avec une grande évidence et une parfaite netteté : l'œil y saisit et y suit les moindres changements, rendus plus manifestes par le grossissement lenticulaire, et sans être gêné par l'interposition de la paroi du verre à expérience. Le phénomène observé et constaté, on projette au dehors la gouttelette par une légère secousse de la capsule, qui reste nette, sans résidu, et parfaitement propre à l'examen d'une autre réaction, sans aucun mélange avec la précédente. Le vase est, pour ainsi dire, propre sans être nettoyé, et l'on n'a plus à craindre ces souillures, même légères, qui, dans les vases ordinaires, compromettent quelquefois les résultats de l'analyse.

J'exposerai ultérieurement la série des réactions que met en évidence, et d'une manière fort curieuse, ce nouveau mode de recherche analytique (53) ; quant à présent, je me bornerai à la description des petits appareils propres à ce mode d'analyse.

Capsule. — La capsule A (*fig.* 28) est un des plus petits godets de porcelaine en usage pour les couleurs à l'eau : elle a 0m022 environ de diamètre. On la saisit avec une pince pour la plonger dans la flamme; mais on la manie plus facilement en lui adaptant avec de la colle-forte un disque mince en liége (*l*), dans lequel on enfonce une épingle servant de poignée et dont on garnit la tête d'un globule de cire à cacheter (*m*). Il faut user de précaution pour enfumer convenablement la capsule, et l'usage seul donnera l'habileté nécessaire. La couche de fumée doit être assez épaisse et obtenue par plusieurs immersions successives. Si l'enduit de charbon est trop mince, il se mouille au contact du globule qui s'étale et disparaît; il faut, dans ce cas, essuyer et nettoyer la capsule pour la noircir de nouveau. Si la couche de charbon est à grains trop gros, grumeleuse, faite trop hâtivement, elle ne présente pas une consistance suffisante; dans ce cas, le globule se couvre de plaques de charbon détachées, qui l'enveloppent et détruisent sa transparence.

Fig. 28.

Il m'a semblé, après bien des essais, que le meilleur mode pour obtenir un enduit fin, adhérent et durable, était de plonger brusquement la capsule dans le tiers supérieur de la flamme d'une bougie M (*fig.* 29) pendant cinq ou six secondes seulement, et en changeant de place par un mouvement circulaire; on laisse refroidir la capsule pendant une ou deux minutes, puis on la noircit de nouveau pendant cinq secondes, et l'on continue ainsi, cinq ou six fois, les alternatives de refroidissement et de noircissement. La capsule, bien préparée, offre une surface unie, d'une teinte égale et d'un beau noir. Il faut se garder de déposer une goutte sur la capsule encore chaude, parce qu'elle se mouillerait aussitôt par l'étalement de la goutte.

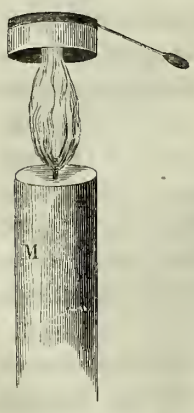


Fig. 29.

Il sera bon de noircir de temps en temps la capsule par un passage rapide dans la flamme avant de s'en servir, ainsi que de nettoyer la surface enfumée en y promenant un globule d'eau distillée. L'enduit charbonné est mouillé instantanément par les liquides acides, alcooliques et éthérés, et les solutions aqueuses y prennent seules la forme globulaire.

53. Veut-on connaître la nature d'un petit cristal? Déposez avec une pipette sur la capsule A (*fig.* 30), et sans la toucher, une ou deux gouttes d'eau distillée, prenez délicatement avec une petite pince le cristal, de la grosseur d'une très-petite tête d'épingle, et déposez-le dans la goutte (*fig.* 30). Vous le verrez tout d'abord prendre à l'œil des dimensions considérables, présenter des faces géométriques bien nettes, en raison du grossissement produit par la forme globulaire de la goutte, et attendez qu'il soit dissous; ajoutez ensuite une goutte de réactif, et voyez la réaction.

Fig. 30.

Supposons que le cristal soit du chlorure de potassium : une goutte de solution de chlorure de platine produira un superbe précipité jaune de chlorure double de platine et de potasse. Sur une autre capsule préparée de la même manière, déposez une goutte de nitrate d'argent, et vous verrez un précipité blanc de chlorure d'argent, qui donnera à la goutte l'apparence d'une perle. L'étude de ces petites réactions est pleine d'intérêt.

Pour procéder à une autre recherche, il suffit de secouer au dehors le globule, qui laissera la capsule nette, propre et toute prête à servir à une autre réaction.

54. Ces capsules servent fort bien dans les analyses quantitatives à l'aide de liqueurs titrées. Dans ce cas, il s'agit de s'assurer, à l'aide de filtrations successives, si l'on a ajouté assez de réactif pour déterminer la précipitation complète du sel à analyser. L'appareil de filtration doit être en rapport avec ce mode infiniment petit d'analyse.

Filtre. — Le filtre est un petit disque de $0^{m}04$ de diamètre, découpé à l'emporte-pièce dans du papier spécial et pur, dit

Berzelius : on le roule, de manière à lui donner la forme représentée par la figure 31*a*, en faisant l'extrémité (*o*) avec très-peu de cire à cacheter. On peut en faire à l'avance de grandes quantités, et les enfermer dans un flacon pour les mettre à l'abri de la poussière (*fig.* 31).

Fig. 31*a*.

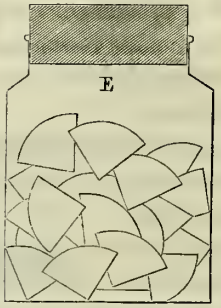


Fig. 31.

Le filtre ne se place pas sur un entonnoir, mais sur un fil de platine contourné en anneau et glissant sur une tige de support (*fig.* 32). Ce dernier S se compose d'un cylindre de bois (*r*) dans lequel est implanté la tige en cuivre (*o*); sur cette tige glisse, enroulé en spirale, un fil de platine (*p*) de 1/3 de millimètre d'épaisseur et 0m15 de longueur, pesant 1gr50 environ, terminé en un anneau de 0m02 de diamètre, sur lequel on place le filtre (*q*); sur le bloc de bois (*r*) sont rangées symétriquement quatre capsules enfumées 1, 2, 3 et 4. Par un léger mouvement de torsion imprimé à la spirale de platine, on promène successivement le filtre au-dessus de chaque capsule, sur laquelle il dépose la goutte liquide et filtrée.

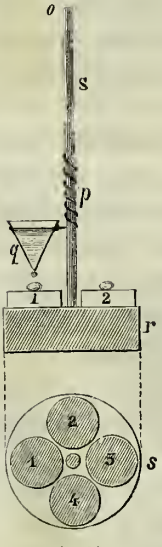


Fig. 32.

Il est facile de saisir à l'œil la moindre trace de précipité et, par suite, sa complète cessation, lorsque la goutte conserve sa transparence, malgré l'addition du précipitant.

On conservera les capsules enfumées dans une boîte, pour les mettre à l'abri de la poussière.

Nous verrons dans l'autre partie des exemples de ce mode d'analyse.

55. Cartes. — Il faut avoir un certain nombre de cartes à jouer ou autres; elles servent à recevoir les matières pulvéru-

lentes, à les introduire dans des vases étroits, tubes ou fioles, et à une foule d'autres usages.

56. Chaleur (*sources et emploi*). — La chaleur est un des agents les plus puissants dont se serve le chimiste pour étudier, composer et décomposer les corps : c'est ordinairement dans des fourneaux alimentés par le charbon que se font les manipulations chimiques. Dans nos opérations, nous ne nous servirons pas de fourneaux; nous en proscrivons l'usage comme coûteux, embarrassant, malpropre et souvent difficile, parce qu'on ne peut à son gré y conduire la chaleur.

Les sources de chaleur seront pour nous de simples lampes, de construction diverse à la vérité, mais facile et économique; nous n'aurions pas atteint notre but si nous n'étions point parvenu à faire toutes les opérations chimiques sans le secours des appareils ordinaires, précieux et indispensables sans doute pour le chimiste expérimenté, mais trop coûteux pour l'élève, qui ne veut qu'étudier les propriétés principales des corps.

Dans cet article important, nous dirons successivement la forme et la construction des *lampes*, l'emploi du *chalumeau* pour en augmenter singulièrement la chaleur, et nous terminerons par l'examen des opérations nécessaires à l'étude *de l'action de la chaleur sur les corps.*

57. Lampe veilleuse. — La lampe veilleuse sera pour nous d'un usage continuel, et nous ferons avec elle une foule d'opérations.

Le nom de cette lampe indique assez sa forme : c'est, en effet, une mèche allumée flottant sur un bain d'huile; mais comme nous nous servons d'une mèche assez forte, une cheminée devient indispensable pour empêcher la fumée, activer la combustion, et garantir la flamme des courants d'air.

Nous distinguerons le *vase* ou récipient d'huile, le *porte-mèche*, la *cheminée* et la *mèche*.

Fig. 33.

Le *vase à huile* est un petit verre à boire, de 0^m06 de diamètre, à fond très-mince : il sera bon d'en couper (46) avec le charbon (102) la partie supérieure, de manière à ne lui conserver qu'une hauteur de 0^m05

à 0m06, afin de lui donner plus de légèreté. On peut aussi prendre pour vase une capsule en verre à fond plat (40), choisie parmi celles qui ont le fond le plus plat et le moins épais.

On pourrait encore prendre un de ces petits verres un peu coniques destinés à contenir des confitures; vous choisirez un de ces verres, le moins conique, ayant 0m06 de large sur 0m06 de haut; il serait nécessaire de couper les bords (42), parce que le verre serait trop haut.

Le *porte-mèche* est en liége : il a la forme d'une boîte ouverte nageant sur l'huile, et portant au centre une mèche. Coupez un disque mince de liége (*a*) de 0m03 de diamètre, et superposez un anneau évidé en liége (*b*) de même diamètre, et de 0m004 de hauteur. Quatre épingles (*e*) enfoncées verticalement fixeront l'anneau (*b*) sur le disque (*a*). Ce dernier laissera passer au centre un petit tube de verre (*d*) ouvert supérieurement, presque fermé inférieurement avec un peu de cire, et enfoncé à frottement jusqu'à affleurement. Quatre épingles (*e*) fixées horizontalement dans le disque sont destinées à maintenir le liége au centre du vase d'huile (*m*). Ce système, posé sur l'huile dans le verre (*m*), doit y flotter et s'enfoncer, de manière à ce que le niveau de l'huile (*o*) vienne presque affleurer la partie supérieure de l'anneau; il doit, en un mot, y plonger presque entièrement au moyen de quelque lest, s'il est nécessaire. La cavité intérieure se remplit d'huile, et la mèche se pose dans le tube de verre (*d*); il est très-essentiel que l'huile pénètre dans la cavité, pour que la flamme ne touche point au support et se trouve comme isolée sur un bain d'huile, ce qui rend la combustion plus belle et plus régulière.

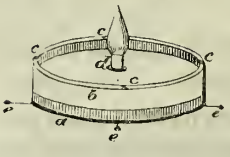


Fig. 34.

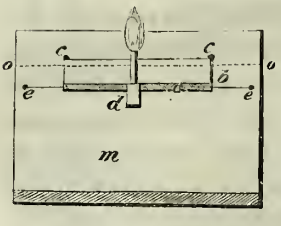


Fig. 35.

Le *porte-mèche* peut être fait autrement et en métal. — Coupez dans une feuille mince de laiton un disque de 0m04 de dia-

mètre ; percez au centre un trou (*a*) de 0m005, et coupez ensuite en croix ; dans chacune des quatre pointes (*i*) s'enfoncera un

Fig. 36.

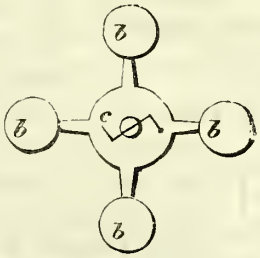


Fig. 37.

petit disque en liége (*b*) destiné à soutenir l'appareil sur la surface de l'huile et à le maintenir au centre du verre. Une épingle (*c*), contournée comme l'indique la figure, traversera la mèche cirée dans le milieu de sa hauteur, et la maintiendra droite dans l'ouverture centrale (*a*) du porte-mèche. En retournant cette mèche, on peut la faire servir deux fois.

Fig. 38.

On trouve dans le commerce des porte-mèches en porcelaine (*fig.* 39), d'une forme très-heureuse, et qui conviennent parfaitement ; ils sont propres, surnagent bien, et leur mèche donne une belle lumière.

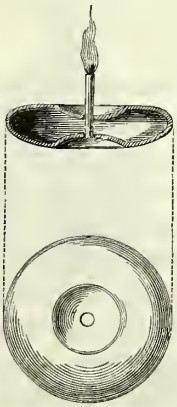


Fig. 39.

La *cheminée* est fort importante ; elle se pose sur le vase à huile. C'est une feuille (*fig.* 40) en métal, laiton, fer-blanc ou tôle coupée circulairement, d'un diamètre un peu plus grand que celui du verre à huile, et percée au centre d'une ouverture (*a*) de 0m03 de diamètre, qui laisse passer la flamme ; latéralement, sur les bords, on pratique quatre ouvertures (*b*) de 0m01 de profondeur sur 0m01 de largeur, destinées à donner accès à l'air froid extérieur, qui s'échappe par l'ouverture (*a*), après avoir alimenté la flamme. Quatre petites pattes extérieures (*c*), qui se

posent en dehors du verre, maintiennent cette cheminée au centre; quatre autres pattes (*d*), réservées à l'ouverture centrale (*a*), reçoivent un cylindre en métal de 0m03 de hauteur, qui les embrasse presque à frottement (*fig.* 41). Ce cylindre, fait avec une feuille de métal mince, maintenue circulairement par un fil de métal ou une agrafe, active le courant d'air et par suite la combustion, qui ne donne pas de fumée; on aura plusieurs de ces cylindres de différentes hauteurs. Il est préférable de faire ce cylindre en verre, avec une portion de gros tube.

Fig. 40.

Fig. 41.

Pour construire la cheminée, tracez sur la feuille métallique un cercle (*n*) d'un diamètre égal à celui du verre, puis deux autres (*m*) et (*p*): le premier plus grand, et le second plus petit de 0m01, suivant la longueur du rayon, puis enfin le cercle (*q*), pour l'ouverture centrale, de 0m03 de diamètre; tracez avec une pointe les pattes (*c*) et (*d*), les ouvertures (*b*), et coupez avec un bon ciseau. On peut remplacer les ouvertures (*b*) par une série de petits trous pratiqués sur la circonférence du cercle (*p*).

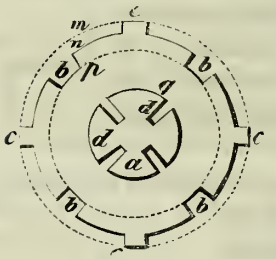


Fig. 42.

Les *mèches* sont cylindriques, de 0m002 d'épaisseur sur 0m02 de longueur environ, et formées d'un faisceau de fils de coton réunis et enduits extérieurement d'une couche de cire. On trouve dans le commerce de petites bougies pliées sur elles-mêmes, dites *rats-de-cave*, qui, coupées de la longueur convenable, conviendraient parfaitement. Au reste, rien de plus simple que leur fabrication: prenez du fil de coton à tricoter, à cinq brins; réunissez cinq de ces fils sur une longueur de 1 mètre, et plongez-les dans un bain de cire fondue; saisissez une extrémité, faites-la passer dans un petit trou rond de 0m003 de diamètre percé dans une planchette, et tirez au-dessus du bain liquide; l'excédant de la cire retombera, et le fil étiré en sera

enduit uniformément; laissez refroidir le fil; coupez-le en trois ou quatre parties, que vous roulerez sur une table, sous une planche, pour lui donner de la rondeur et de la solidité, et coupez-le enfin en petites longueurs convenables.

Il sera bon de faire quelques mèches d'une grosseur presque double, pour les employer lorsqu'une plus forte chaleur est nécessaire; mais dans ce cas il faut adapter à la cheminée un cylindre plus haut pour empêcher de fumer.

On trouve dans le commerce des mèches de veilleuses, dites *fidèles*, dont nous avons reconnu l'excellent usage : elles sont rouges et renfermées dans une petite boîte en carton, qui contient, en outre, une pince et un porte-mèche en liége garni de fer-blanc. La boîte coûte 15 à 20 centimes; leur usage dispenserait ainsi de construire celles que nous avons décrites. Il est bien entendu que des épingles fixées horizontalement dans le porte-mèche doivent maintenir celui-ci dans le centre du récipient d'huile.

Il arrive quelquefois qu'après un long usage, l'huile s'épaissit au point d'occasionner l'extinction de la mèche allumée, après une heure à peine : il faut, dans ce cas, renouveler l'huile. Une veilleuse bien entretenue doit brûler pendant dix heures environ avant de s'éteindre.

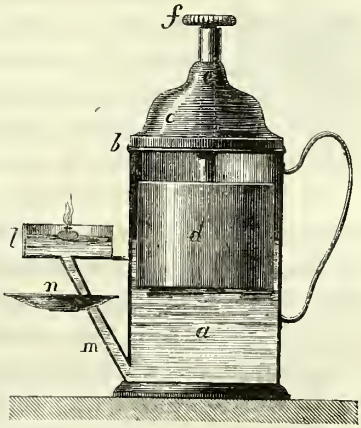


Fig. 43.

58. Dans la *lampe veilleuse à pompe* (*fig.* 43), on trouve le double avantage de dérober l'huile à l'action de l'air, de la poussière, et d'avoir un approvisionnement d'huile qui dure pendant plus d'un mois. Depuis longues années, je m'en sers avec grand avantage dans mon laboratoire. C'est l'application du principe de l'*encrier-pompe*. La lampe est entièrement con-

struite en fer-blanc. Sur le récipient cylindrique (*a*), qui contient un demi-litre d'huile, s'adapte par une fermeture, dite à *baïonnette* (*b*), le couvercle ou chapeau (*c*). A ce dernier est suspendu le piston (*d*), cylindre creux et entièrement clos, qui peut monter ou descendre à l'aide d'une vis intérieure (*e*) qu'on fait mouvoir en tournant dans un sens ou un autre le bouton (*f*). Un petit récipient latéral (*l*) reçoit le porte-mèche et communique avec le récipient (*a*) par le tube (*m*); enfin, un réservoir (*n*) reçoit l'huile tombée accidentellement. Veut-on faire monter l'huile dans le récipient (*l*)? on tourne le bouton (*f*) de manière à abaisser convenablement le piston (*d*). Veut-on cesser de se servir de la lampe? on relève le piston (*l*) et l'huile rentre dans le récipient principal. Un petit couvercle ferme ensuite le récipient (*l*). Cet instrument est relativement coûteux, mais je recommande son emploi, si les ressources de l'étudiant le lui permettent.

59. La *lampe à alcool* ou *à esprit-de-vin* est indispensable dans le laboratoire. Elle a l'avantage de donner une flamme très-chaude, sans produire de fumée. Sa construction est très-simple : choisissez un flacon cylindrique en verre blanc (*b*), de 0m08 de haut sur 0m05 de large environ ; le col doit être fort étroit : il aura 0m01 de diamètre intérieur. Ces flacons se trouvent facilement dans le commerce. Avec la lime, coupez (28) la partie supérieure ou bourrelet, de manière à ne conserver au col que 0m01 de hauteur ; choisissez un tube en verre mince (*a*) entrant presque à frottement dans le goulot ; il devra descendre jusqu'au fond du flacon, et s'élever un peu au-dessus du col : il est destiné à loger la mèche ; mais, comme le contact de la flamme le ferait casser, on insinue à frottement, dans la partie supérieure du tube (*a*), un tube court en métal (*c*) : ce tube métallique se fait en enroulant grossièrement une petite lame de laiton, et le frottement le maintient dans sa position ; il a 0m02 de hauteur, et doit s'élever de 0m005 environ au-dessus du

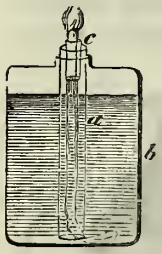


Fig. 44.

Fig. 45.

tube (*a*). Si la mèche en coton glissait dans ce tube et ne s'y maintenait pas seule, il suffirait de le comprimer légèrement.

La mèche faite avec dix brins de coton filé, le même que l'on emploie pour les lampes ordinaires, doit se loger facilement dans le tube : trop grosse, et par conséquent trop comprimée, elle ne s'imbiberait pas facilement d'alcool, et la lampe fonctionnerait mal. On pourrait, pour plus de simplicité, ne pas conserver au tube (*a*) toute sa longueur, le couper de manière à ne lui conserver que 0^m03 à 0^m04 de long, et fixer à frottement cet anneau dans le col du flacon, à l'aide d'un peu de filasse, ou de linge, ou même de papier.

On peut encore prendre un flacon à large ouverture, qu'on ferme avec un bouchon de liége traversé par un tube de verre portant la mèche; dans ce cas, on pratique latéralement dans le bouchon, avec la lime, une rainure longitudinale, destinée à donner accès à l'air extérieur et à empêcher la compression de la vapeur alcoolique. Il faut aussi couvrir le bouchon d'un disque métallique pour empêcher, pendant la combustion de l'alcool, la carbonisation du liége.

Afin d'empêcher l'évaporation de l'alcool, quand la lampe n'est pas allumée, on y adapte un couvercle. Prenez un morceau de tube ou un goulot de fiole un peu plus large que le col du flacon; fermez-le à un bout par un bouchon de liége très-court, et enduisez intérieurement l'autre extrémité d'un peu de mastic mou (250), afin qu'il s'applique bien sur le col de la lampe et le ferme hermétiquement.

Fig. 46.

On peut également remplacer ce couvercle par un gros bouchon de liége, percé d'une ouverture égale au col de la lampe, et fermé supérieurement par un petit bouchon.

Toutes ces lampes doivent toujours être garnies de la cheminée que nous décrirons plus loin. Cette cheminée a l'avantage d'allonger la flamme et de la rendre fixe, aiguë et plus ardente, en la garantissant de l'agitation de l'air extérieur.

60. Faites une seconde lampe à alcool avec une mèche bien plus petite, ne donnant qu'une flamme légère. Elle conviendra

dans beaucoup d'opérations où une faible chaleur est suffisante : dans ce cas, une petite fiole de 30 cc de capacité, dont vous couperez (28) le col, sera très-convenable; il faudra néanmoins observer la construction prescrite précédemment et y adapter un couvercle.

Fig. 47.

61. La *lampe à alcool à double courant d'air* sera pour nous de la plus grande utilité : avec elle, nous courberons, fermerons et façonnerons les gros tubes nécessaires à nos opérations. Elle remplacera économiquement et avantageusement pour nous la lampe d'émailleur. De plus, nous pourrons facilement y faire rougir de petits creusets ou capsules, en adaptant un petit triangle comme support sur le sommet de la cheminée. Avec elle, enfin, nous ferons les expériences qui demandent une température élevée.

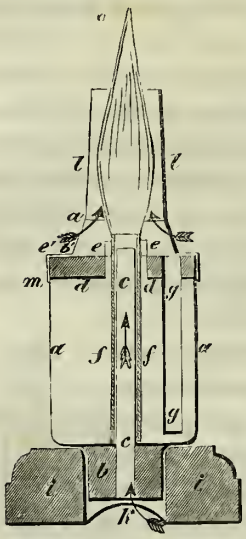


Fig. 48.

L'air ne touche la flamme qu'extérieurement dans la lampe à simple courant d'air; dans l'autre, il pénètre de plus dans le centre de la mèche, qui est circulaire, et augmente considérablement l'intensité de la chaleur. Voici les détails de sa construction.

62. *Corps de lampe.* — Prenez un flacon à col droit, d'un demi-litre de capacité; tracez avec la lime, à 2 centimètres au-dessus du fond, un sillon ou trait profond; enroulez sur ce trait, autour du flacon, un fil double de coton à mèche, trempé préalablement dans l'alcool; ayez le soin que les deux extrémités du fil se rejoignent et que l'alcool ne mouille pas le verre en s'épanchant de tous côtés; tenez le flacon horizontalement en le saisissant par le col; mettez le feu au coton imbibé d'alcool, et tournez entre les doigts, toujours horizontalement, de manière que la flamme ne lèche que le cercle formé par le fil. Au bout

de quelque temps, le flacon se brisera suivant le cercle tracé par le fil, et le fond (*a'*) se séparera. Si, pendant la combustion de l'alcool, la rupture n'a pas lieu une première fois, il faut recommencer l'opération et la faciliter, soit en traçant sur le verre le sillon plus profondément, soit en prenant un fil de coton plus gros. Je répète qu'il faut que la flamme de l'alcool ne lèche que le cercle tracé, pour que la cassure soit nette, ce qu'on obtiendra en tenant le flacon bien horizontalement. Le fond du flacon (*a'*) donne une capsule qui trouvera facilement son emploi. On pourrait également le couper avec le charbon composé.

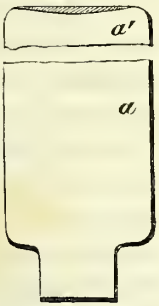


Fig. 49.

63. Le flacon ainsi préparé (*a*) est ouvert des deux côtés. Adaptez au col un excellent bouchon (*b*) préparé avec le plus grand soin (*fig.* 48); vous le percerez d'un trou dans lequel entrera à frottement parfait un tube de verre (*c*) de 0^m01 de largeur et d'une longueur telle qu'il dépasse de 0^m005 la section supérieure du flacon. Cette dernière ouverture sera munie d'un bon bouchon (*d*), que vous enfoncerez tout à fait. Au centre de celui-ci, vous percerez un trou dans lequel entrera à frottement un tube métallique (*e*) de 0^m02 de diamètre, fait avec une petite feuille de laiton enroulée, qui affleurera le bouchon inférieurement, et le dépassera supérieurement de 0^m01. L'espace vide laissé entre les deux tubes (*c*) et (*e*) sera donc de 0^m005, et c'est entre eux qu'on introduira une mèche ronde ordinaire (*f*). Le tube (*e*) est en métal, parce que, s'il était en verre, il se briserait au contact de la flamme. Le bouchon (*d*) est aussi percé latéralement d'un trou dans lequel entre à frottement un tube en verre (*g*), ouvert aux deux bouts, par lequel on introduit l'alcool dans la lampe et qu'on ferme avec un bouchon. Le tube (*c*) est également fermé par un bouchon, quand on ne se sert pas de la lampe, et le tube (*e*) se recouvre enfin d'un couvercle en verre fait comme celui de la lampe précédente. Pour préserver le bouchon (*d*) de la chaleur, on le couvre d'un disque coupé dans une feuille

Fig. 50.

de laiton, percé de deux trous pour laisser passer le bouchon du tube (*g*) et le couvercle.

Support. — La lampe repose sur un support en bois (*i*) rond ou carré, de 0^m12 de large sur 0^m04 de haut; au centre est percé un trou dans lequel entre à frottement le col du flacon; en dessous, on pratique avec la râpe deux petites voûtes (*k*) qui se coupent à angle droit et laissent passage à l'air extérieur.

La cheminée (*l*) de la lampe est faite avec une large feuille de laiton, et ses dimensions devront être observées avec rigueur, parce que son influence est très-grande sur la flamme. Faites, avec une lame de laiton, un cylindre de 0^m04 de diamètre et de 0^m12 de long; vous joindrez les deux arêtes, soit au moyen d'une agrafe, comme on le fait pour les tuyaux de poêle, soit en enroulant quelques fils de fer; coupez dans le sens de l'axe, et à égales distances, quatre pattes (*m*) de 0^m06 de long sur 0^m005 de large, et enlevez les parties intermédiaires; vous aurez un cylindre (*l*) de 0^m06 de long, monté sur quatre pattes (*m*) de même longueur, que vous plierez et contournerez suivant la direction *a' b' c' m*, en conservant 0^m02 pour longueur (*a' b'*). Quand la cheminée est en place, la partie horizontale (*b' c'*) repose sur la lampe, et la partie évidée entre *a'* et *b'* permet l'accès de l'air extérieur. Lorsque la lampe est allumée, la flamme dépasse la cheminée, et c'est dans sa pointe (*o*) qu'est le lieu de la plus grande chaleur. Dans la figure 48, des flèches indiquent l'entrée et la direction de l'air extérieur.

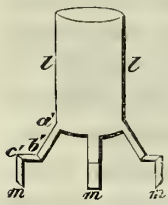


Fig. 51.

63 *bis.* La *lampe à tube* (*fig.* 51 *a*) est alimentée par l'alcool. Je l'ai nommée *lampe à tube*, parce que sa mèche large et plate permet de courber très-facilement les tubes les plus gros, ainsi que de les chauffer au rouge pour certaines opérations. Dans les laboratoires ordinaires, pour chauffer au rouge un tube de fer ou de porcelaine ou de verre, il faut un fourneau spécial, du charbon de bois, tout un attirail coûteux et pénible; avec deux ou trois lampes semblables accolées, on peut chauffer au

rouge, sans aucune gêne, un tube de 0m20 de long et 0m01 de diamètre, comme nous le verrons plus loin.

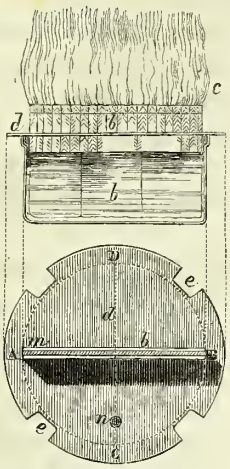


Fig. 51 *a*.

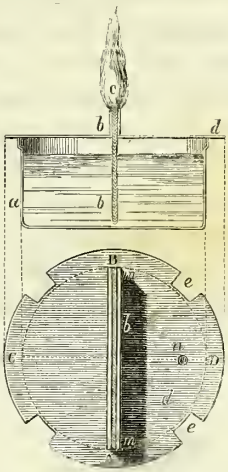


Fig. 51 *a*.

Les figures 51*a* montrent la lampe en coupe et en plan; les figures 51*b* et 51*c* la représentent en perspective ; celle 51*b* vide, sans couvercle, celle 51*c* munie de son couvercle et prête à fonctionner.

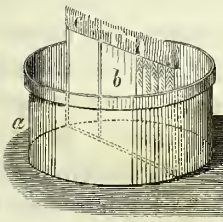


Fig. 51 *b*.

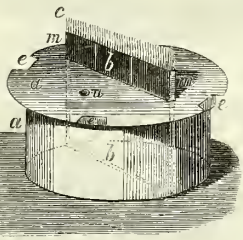


Fig. 51 *c*.

Choisissez un de ces petits verres cylindriques (*a*), dits *cristallisoirs*, qui servent souvent à conserver des confitures : il a 0m08 de diamètre sur 0m04 de profondeur. Coupez deux lames de verre (*b*) de la longueur de son diamètre et d'une hauteur de 0m05; entre elles vous glisserez ou intercalerez trois mèches plates (*c*), sans les presser; ces lames se maintiendront droites

par leur position centrale. Les mèches en dépasseront l'arête supérieure de 0^m006 à 0^m008. Vous découperez un disque de zinc (*d*), de 0^m10 de diamètre, en réservant quatre pattes externes pour le maintenir, et deux petites pattes relevées en l'air verticalement en (*m*), pour fermer le vide latéral des deux lames ; vous creuserez, de plus, le vide longitudinal (*m m*) qui doit laisser passer les lames ; enfin, le trou (*n*), qu'on ferme habituellement avec une lamelle de métal, sert à introduire l'alcool. On conçoit facilement l'usage de cette lampe, qui offre au chimiste de précieuses ressources.

(**63** *ter*.) La petite lampe à alcool (*fig.* 51_c) à mèche plate sert à courber de petits tubes, ou à les chauffer dans une certaine longueur, parce que sa flamme a une largeur très-convenable, 0^m010 à 0^m015 environ. Sa construction est analogue à celle déjà décrite (63 *bis*). Les lames de verre (*a*), (*b*) enserrent une mèche plate ; elles traversent un bouchon (*m*) qui ferme complétement le flacon à gros col et à large ventre (*c*) ; comme ce bouchon est à demeure, il est percé d'un trou qui sert à remplir d'alcool ; enfin, pour l'empêcher de brûler, il est recouvert d'une légère feuille de cuivre très-mince (*n*) avec petites pattes ; il suffit de soulever cette feuille pour découvrir le trou qui sert à introduire l'alcool. En découpant la lame, il faut réserver les pattes latérales verticales (*o o'*) pour enserrer complétement la mèche. Un petit couvercle, façonné en même cuivre, comme un étui plat et long (*fig.* 51_d), recouvre la mèche. Cette nouvelle lampe peut rendre des services.

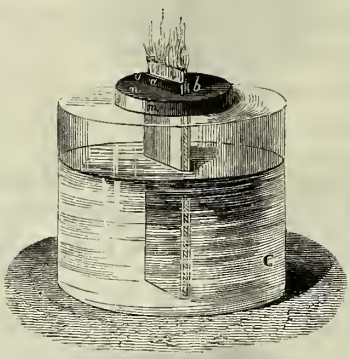


Fig. 51 *c*.

Fig. 51 *d*.

64. Chalumeau. — Le chalumeau est un instrument à l'aide duquel on injecte un rapide courant d'air par un étroit orifice

sur une flamme quelconque, celle d'une lampe ou d'une chandelle : la flamme s'incline horizontalement et s'allonge en un dard effilé, dont la pointe possède une très-haute température, à laquelle peu de corps peuvent résister. Le chalumeau, qui nous permet de porter promptement sur un corps quelconque la chaleur la plus élevée, sera pour nous un instrument très-précieux ; avec lui, nous ferons une foule d'expériences pyrognostiques pleines d'intérêt. M. Berzélius, dans son ouvrage intitulé *De l'emploi du chalumeau*, auquel nous empruntons une grande partie des détails qui suivent, nous a montré tout le parti qu'on peut tirer de cet instrument dans les essais minéralogiques.

L'emploi du chalumeau a reçu récemment de très-notables améliorations de MM. Harkort et Plattner, qui sont parvenus avec cet instrument, et à l'aide des procédés les plus ingénieux, à opérer le dosage quantitatif de l'or, de l'argent, du cuivre, du plomb et de l'étain. La première idée d'exécuter à l'aide du chalumeau les essais quantitatifs par la voie sèche est due à M. Harkort, essayeur aux mines de Freyberg, qui, dès 1827, indiqua l'application du chalumeau à la coupellation pour l'analyse des minerais d'argent. Ses travaux, qu'il fut forcé d'interrompre, furent repris par M. Plattner, son élève, qui s'attacha à rendre ses nouveaux procédés plus facilement applicables et plus exacts, et les étendit au dosage de plusieurs métaux oxydables, comme le cuivre, le plomb et l'étain. C'est au *Traité des essais au chalumeau*, publié en 1838, à Freyberg, par M. Plattner, et qui n'est connu en France que par un extrait publié dans le tome XVII, page 91 des *Annales des Mines* et dans la *Revue scientifique*, que MM. Barreswil et Sobrero ont emprunté un chapitre entier, qu'ils ont fait connaître dans leur *Appendice aux traités d'analyse chimique*. Nous ne saurions mieux faire que d'inviter l'élève à se procurer ce dernier ouvrage, ou du moins à prendre l'extrait du chapitre que nous avons signalé. Il y trouvera des instruments, des procédés, des modes d'essai fort ingénieux, et qui viennent confirmer l'idée qui a créé ce livre, c'est-à-dire la possibilité de faire d'une manière aussi utile qu'économique toutes les opérations de la chimie.

65. Nous distinguerons le chalumeau à *bouche* et le chalumeau à *vessie comprimée*. Le premier est ainsi appelé, parce qu'on s'en sert en soufflant avec la bouche, et dirigeant le jet d'air sur une flamme, pour en détacher un *dard*, à l'action duquel on soumet le corps à essayer ; il exige une certaine habitude, assez difficile à acquérir, mais il est d'un emploi simple et immédiat. Le second demande une construction matérielle, parce que l'air y est insufflé par une vessie comprimée; mais il permet d'opérer plus longtemps et sur une plus grande quantité de matière.

66. Chalumeau a bouche. — On trouve dans le commerce des chalumeaux en métal, cuivre ou argent. Celui de cuivre, couvert d'un vernis et représenté ci-contre, est d'un bon usage. L'air insufflé par l'extrémité de la tige (*a*) dépose son humidité condensée dans la capacité (*b*), qui sert en même temps de réservoir, et s'échappe avec force par l'extrémité effilée du bec (*c*); les trois pièces (*a*) (*b*) (*c*) sont indépendantes et entrent l'une dans l'autre par frottement. C'est l'extrémité (*c*) qu'on plonge en partie dans la flamme, pour obtenir un *dard* extrêmement chaud.

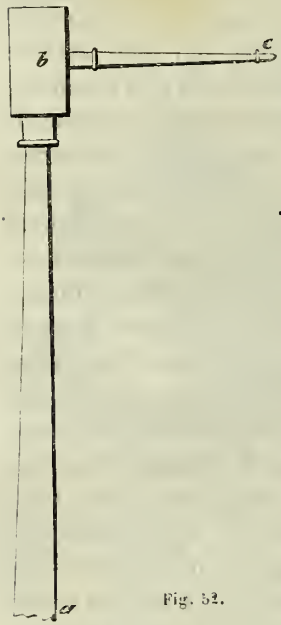


Fig. 52.

Le *bec* (*c*), pénétrant souvent au centre d'une flamme très-chaude, serait exposé à se fondre ou à se brûler, s'il était fait avec un métal oxydable ou peu réfractaire. D'un autre côté, comme il s'obstrue fréquemment par le dépôt charbonneux que produisent les parties de la flamme qui ne sont pas en pleine combustion, il faut le nettoyer de temps en temps, ce qui ne peut se faire avec succès et sans le déformer qu'en dirigeant dessus le jet de flamme d'un autre chalumeau pour brûler la matière charbonneuse. Par ces motifs, ce *bec* se fait toujours en platine. La figure (53) représente sa forme. Il s'adapte à l'extrémité

(*c*) par frottement ; quand il est sale ou obstrué, on l'enlève, on le place sur un charbon, et on dirige sur lui, avec le chalumeau sans bec, la flamme d'une lampe ou d'une chandelle, de manière à le faire rougir, ce qui lui rend tout son éclat. Il est essentiel que l'orifice du bec soit bien rond et qu'il ait un certain diamètre convenable : s'il n'est pas rond, le jet de la flamme est irrégulier; s'il est trop petit, le dard ne produit qu'une faible chaleur; s'il est trop grand, la flamme obéit difficilement à l'insufflation, et la poitrine se fatigue beaucoup. Quand l'orifice se déforme par l'usage ou par accident, on lui rend aisément sa régularité en passant au travers une fine aiguille à coudre, et martelant le bec à très-petits coups.

Fig. 53.

67. Nous pensons qu'on peut remplacer le chalumeau *en métal* par un chalumeau *en verre*, dont nous donnons la construction: choisissez un tube (*a*), de 0^m20 de long sur 0^m004 de diamètre intérieur, à parois épaisses; un autre tube (*b*), de 0^m04 de long, sur 0^m015 de diamètre intérieur ; enfin, un troisième tube (*c*) de 0^m004 de diamètre intérieur, dont le coude (*c d*), fait à la lampe à alcool (179), aura 0^m01 de long. Ces trois tubes seront assemblés, comme l'indique la figure, au moyen de deux bouchons (*m*) et (*n*) faits avec grand soin. Le bouchon (*n*) laissera passage à un autre petit tube (*e*) de 0^m002 de diamètre intérieur, qu'on fermera avec une petite boule de cire (*i*); le tube (*b*) sert de réservoir d'air, et retient l'humidité condensée de l'haleine, qu'on fait sortir par (*e*) quand elle est trop abondante.

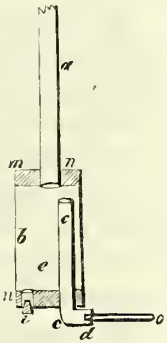


Fig. 54.

C'est à l'extrémité (*d*) du tube (*c*) que s'adapte le *bec* du chalumeau, c'est-à-dire l'ouverture très-étroite par laquelle l'air injecté doit s'échapper. A cet effet, choisissez un tube (*d o*) de 0^m04 de long, à parois épaisses et entrant facilement dans le tube (*c*). Pour donner à son extrémité (*o*) le diamètre capillaire convenable, et lui conserver en même temps la forme ronde,

opérez ainsi : prenez un petit bout de fil de laiton ou de fer, de l'élastique de bretelle, par exemple, de la grosseur d'une fine aiguille, et soudez-le à l'extrémité du tube, en ramollissant celui-ci dans la flamme de l'alcool. Il faut avoir le soin de placer ce fil dans l'axe du tube, et de tenir presque verticalement celui-ci dans la flamme, de manière que la matière vitreuse, en s'amollissant, prenne naturellement la forme d'un bourrelet ou gouttelette; plongez ce tube ainsi soudé, bien fermé et refroidi, dans une capsule contenant un peu d'acide nitrique, qu'on aura le soin d'introduire également dans l'intérieur ; le fil métallique, bientôt dissous, laissera un orifice parfaitement circulaire. Ce bec, ainsi préparé, sera adapté au tube (*c*) au moyen d'un peu d'étoupe et de mastic par-dessus, si on le veut, pour empêcher toute perte d'air. Nous indiquerons (73) un autre bec plus durable.

fig. 55.

68. On pourrait donner au tube (*c*) toute la longueur (*c d o*) et le faire ainsi d'une seule pièce, en fermant son extrémité (*o*) comme il a été dit ; mais cette extrémité se casse ou se déforme quelquefois dans la flamme, ce qui entraînerait le remplacement du tube entier, tandis qu'il est plus simple de ne remplacer que le petit bec (*d o*); de plus, il sera bon d'avoir deux becs, l'un très-fin, et l'autre un peu plus fort. Ce n'est pas sans intention que nous avons recommandé de ramasser la masse vitreuse à l'extrémité (*o*), afin que celle-ci, plongée dans la flamme, ne puisse se fermer ou se déformer en se ramollissant.

69. *Manière de souffler.* — La manière de se servir du chalumeau à bouche demande une habitude qu'il faut s'efforcer d'acquérir. On ne doit jamais souffler avec l'air des poumons directement; la poitrine s'épuiserait bientôt par un exercice prolongé. Le chalumeau doit être alimenté par l'air conservé dans la bouche, et chassé avec force par la pression des muscles gonflés des joues. C'est le renouvellement continuel de l'air dans la bouche, sans cessation de la respiration ordinaire, qui offre quelque difficulté. Tenez la bouche pleine d'air, les joues fortement gonflées, et dans cet état cherchez à respirer par le nez librement et

sans gêne ; cela fait, laissez échapper un peu d'air par les lèvres serrées, en comprimant les muscles des joues, et remplacez-le aussitôt, le tout sans interrompre la respiration ordinaire par le nez. Obtenez ce résultat par un exercice convenable, et vous saurez souffler au chalumeau : en opérant ainsi, la poitrine a son jeu libre, et les muscles seuls des joues éprouvent d'abord une fatigue, qui bientôt ne se fait plus sentir.

70. Chalumeau a vessie. — L'inspection de la figure montre la disposition de ce chalumeau : le pied appuyé sur la pédale (*a*) fait glisser la corde (*m*) sur les deux poulies (*p*) (*q*), soulève la planche (*r*), fixée à une de ses extrémités sous la table, et comprime la vessie (*s*). Celle-ci porte dans son col un large bouchon, fixé à frottement dans l'épaisseur de la table, et dans lequel sont adaptés, près et l'un devant l'autre, deux tubes (*b*) et (*c*) : c'est par le tube (*b*), muni d'une soupape, qu'on remplit d'air la vessie avec la bouche, et c'est par le tube (*c*) que l'air comprimé jaillit avec force sur la flamme d'une lampe placée en avant. Entrons dans quelques détails de construction.

71. La table doit avoir les pieds assez hauts pour ne pas

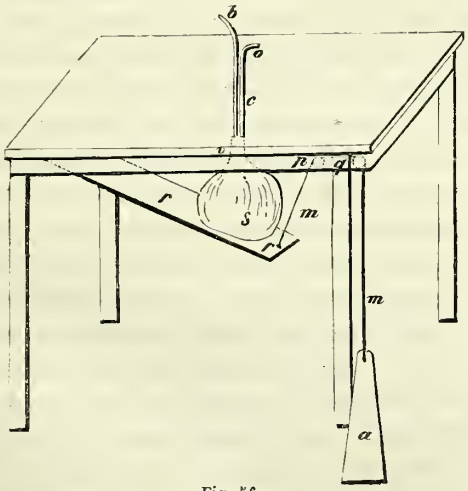


Fig. 56.

gêner l'opérateur. La pédale (*a*) est un bout de planche qu'on

fera bien de fixer sur le sol à l'extrémité opposée à celle où est attachée la corde (*m*). Les poulies (*p*) et (*q*) seront solidement clouées sous la table. On peut les remplacer par de grands clous, courbés en crochet, et enveloppés soit de cuir gras, soit d'un tube de verre mobile pour faciliter le glissement de la corde. La planche mince en sapin (*r*) a 0^m4 de long sur 0^m16 de large ; elle est fixée à une de ses extrémités sous la table par deux petites bandes de cuir clouées qui servent de charnière.

Prenez une vessie de porc, saine et dégraissée ; faites tremper le col dans l'eau tiède pour l'amollir, et coupez-en une partie, de manière à avoir une ouverture assez large pour y loger à peine un long bouchon (*v*), de 0^m02 de diamètre, qui y sera fixé fortement avec une ficelle. Ce bouchon sera percé préalablement de deux trous, dans lesquels entreront les deux tubes (*b*) et (*c*) ; il sera fixé à grand frottement dans un trou circulaire, pratiqué avec la vrille et la râpe dans l'épaisseur de la table. De cette manière, la vessie sera parfaitement consolidée.

72. Le tube (*b*), destiné à remplir d'air la vessie, a 0^m005 de diamètre intérieur ; il est recourbé légèrement à la partie supérieure, sur laquelle on applique la bouche ; il doit avoir une longueur convenable pour être à la hauteur de la tête de l'opérateur, et permettre facilement l'insufflation dans le courant même d'une opération. Il porte dans sa longueur une soupape représentée ci-contre, et renfermée dans un tube (*d*), de 0^m04 de long sur 0^m015 de diamètre intérieur : à ce dernier tube s'adaptent, par deux bouchons percés (*x*) (*y*) les deux parties du tube (*b*) préalablement coupé ; sous le bouchon (*x*) se fixe, à l'aide d'une petite lamelle de laiton enfoncée dans le liége et courbée en double crochet, un petit disque en peau de gant bien souple (*i*). Le jeu de cette soupape est trop facile à concevoir pour exiger une explication : elle s'ouvre quand on souffle avec la bouche, et se ferme quand on comprime la vessie.

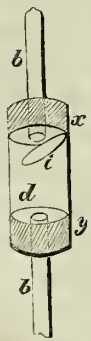


Fig. 57.

Fig. 57 *a*.

73. Le tube (*c*), qui sert à injecter l'air sur la flamme d'une lampe, a 0m20 de long sur 0m008 de diamètre intérieur ; il doit être à parois fortes et épaisses ; il sera courbé à angle droit à 0m045 d'un des bouts. L'extrémité (*o*) pourrait être fermée, comme il a été dit (67), pour former le *bec ;* mais nous préférons faire celui-ci avec un bout de tuyau de pipe (*l*), qui entrera intérieurement à frottement avec un peu d'étoupe ou de mastic. L'ouverture de tuyau, qui est trop forte, sera rétrécie de la manière suivante : usez un des bouts sur la meule, afin de le rendre un peu conique, et enfoncez dans l'ouverture un petit fil de fer ou une aiguille à coudre de la grosseur d'une forte soie de sanglier ; malaxez avec de l'eau un peu de terre de pipe, collez-en sur le bout conique du tuyau en entourant le fil de fer, polissez l'extérieur avec une spatule en conservant la forme conique, retirez doucement et avec précaution le fil de fer, et faites sécher à feu doux, puis rougir fortement. Ce bec ainsi façonné sera à la fois solide et réfractaire, et pourra remplacer économiquement celui de platine décrit (66).

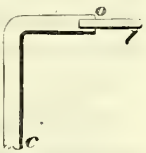


Fig. 58.

74. *Manière d'opérer.* — Placez la lampe (76) devant le tube (*c*) à la hauteur convenable, remplissez d'air la vessie par le tube (*b*), pesez avec le pied sur la pédale, et disposez la mèche enflammée de manière à obtenir un dard net, régulier et immobile. Si l'appareil est bien fait et la lampe bien préparée, ce dard peut avoir jusqu'à 10 centimètres de longueur. Une vessie ordinaire de porc peut souffler pendant cinq minutes : cette durée n'est pas suffisante dans quelques expériences ; il faut se hâter alors de remplir de nouveau la vessie vide, et continuer aussitôt l'opération.

Le chalumeau à *vessie* est bien plus puissant que le chalumeau à *bouche :* nous nous en servirons souvent.

74 *bis*. La lampe éolipyle est un vase sphérique en cuivre terminé par un tube, à bec capillaire, qui se recourbe sous le vase, au-dessus d'une petite lampe à alcool. Celle-ci étant allumée, détermine promptement l'ébullition de l'alcool, dont est rempli aux trois quarts le vase sphérique ; la vapeur alcoo-

lique s'échappe avec force par le bec capillaire, s'allume au contact de la flamme de la lampe inférieure, et se projette en un dard assez chaud pour déterminer la fusion du verre. Cet instrument est d'un usage assez commode, mais d'un prix trop élevé.

On fabrique depuis quelque temps dans le commerce des lampes en cuivre d'une forme analogue, dans lesquelles la vapeur alcoolique est remplacée par un mélange d'air et de vapeur d'essence de térébenthine : on obtient ainsi un dard lumineux d'une petite dimension, qui est employé par les bijoutiers pour les soudures à l'or. Il conviendrait de chercher à se procurer cette lampe.

75. *Combustibles.* — On emploie pour combustible, dans les opérations au chalumeau, des chandelles, des bougies, des lampes à huile ou à esprit-de-vin.

Les chandelles et les bougies, qui donnent une bonne chaleur, sont susceptibles de couler. La lampe à alcool est commode dans certains cas, mais la flamme n'est pas assez chaude; l'huile est le combustible le plus convenable. La forme des lampes peut varier. M. Berzélius en a imaginé une en cuivre qui porte son nom, et qu'on trouve dans le commerce; elle a souvent deux becs, dont l'un sert aux petites opérations d'évaporation ou autres, et l'autre au chalumeau; c'est un bon instrument qu'il faudrait se procurer, avec la modification qu'y a faite M. Plattner. (Voyez (64) l'ouvrage à consulter à ce sujet.) Elle convient aussi dans les voyages, parce qu'elle ferme hermétiquement.

76. Lampe a huile a niveau constant. — Nous nous servons habituellement pour le chalumeau d'une lampe à niveau constant, toute en verre et d'une exécution très-simple, que nous allons faire connaître; elle est représentée en perspective dans la figure (59) ci-contre.

Nous répétons ici que cette lampe n'est pas indispensable, et qu'elle peut être remplacée par celle de Berzélius, mais que sa construction sera une bonne occasion pour l'étudiant d'acquérir l'habileté et l'adresse dans les manipulations. Nous ajou-

terons cependant que son dard est puissant et qu'elle brûle fort longtemps avant d'exiger le renouvellement de l'huile.

77. *Description.*— (*a*) et (*b*) sont deux capacités vides réunies, à l'aide des deux bouchons (*m*) et (*n*), par un tube de communication (*c*) ouvert aux deux bouts et courbé deux fois à angle droit. La capacité (*a*) est un large tube, et la capacité (*b*) est le tiers supérieur d'une fiole coupée (45). Dans la portion de fiole (*b*) se renverse une autre fiole (*d*) dont on a coupé le col, de manière que son orifice (*o*) se trouve un peu au-dessous de la ligne horizontale (*o o'*) passant par la partie supérieure du tube (*a*). Le tube (*c*) traverse un bouchon carré (*p*) dans lequel il est fixé solidement; ce même bouchon est aussi traversé par la tige du support (*t*), sur lequel il peut glisser verticalement. Une cheminée cylindrique (*s*), faite avec une feuille de laiton ou de tôle roulée, glisse également sur cette tige à l'aide d'un fil de fer contourné en spirale. Dans la partie supérieure du tube (*a*) se loge un bouchon (*q*) portant le porte-mèche et la mèche. Ces diverses dispositions bien comprises, le jeu de la lampe le sera facilement. Enlevez la fiole (*d*), remplissez-la d'huile, fermez-la avec le petit bouchon intérieur (*e*), auquel est adaptée une tige de fer, et renversez-la dans la capacité (*b*); la tige de fer, en s'appuyant sur le bouchon (*m*), soulève le bouchon (*e*), qui débouche la fiole (*d*); aussitôt l'huile s'écoule dans la capacité (*b*), traverse le tube (*c*) et se rend dans la capacité (*a*). Après un écoulement convenable, la capacité (*a*) et le tube (*c*) sont remplis d'huile, ainsi que la capacité (*b*), jusqu'à la hauteur de la ligne (*o o'*) seulement, car, dès que le niveau de l'huile a atteint et immergé l'ouverture (*o*), l'écoulement cesse aussitôt. Dans cet état, la capacité (*a*) est nécessairement toute pleine d'huile, si on a eu le soin de faire descendre l'orifice (*o*) un peu plus bas que la ligne horizontale (*o o'*). La surface de l'huile est de même

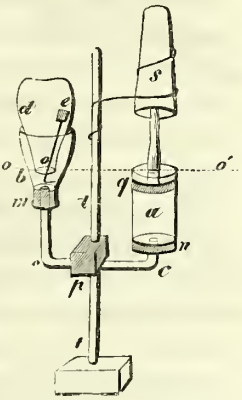


Fig. 59.

niveau dans les deux capacités. Si maintenant on allume la mèche, le niveau d'huile baisse dans (*a*) par suite de la combustion, mais il baisse de la même quantité dans (*b*), et découvre alors l'orifice (*o*), par lequel s'introduit aussitôt dans la fiole (*d*) une bulle d'air, qui chasse l'huile au dehors dans la capacité (*b*) et recouvre l'orifice (*o*), en arrêtant l'écoulement. On voit que, pendant la combustion, l'orifice (*o*) s'ouvre et se ferme successivement, de manière à maintenir l'huile à un niveau constant dans la capacité (*a*), condition que nous nous étions proposé de remplir.

78. *Construction.* — Nous allons donner les détails et les dimensions de la construction. Le tube (*a*) a 0^m08 de haut sur 0^m03 de diamètre intérieur; il pourrait être coupé (42) dans un petit verre à quinquet. Adaptez avec grand soin le bouchon (*n*). Le tube (*c*) est très-épais et doit avoir 0^m005 de diamètre intérieur environ sur 0^m008 de diamètre extérieur. A 0^m03 d'une des extrémités, courbez-le à angle droit avec la lampe à alcool à double courant d'air (228); insinuez le cube en liége (*p*), et à 0^m07 de la première courbure, faites la seconde. Pour faire la capacité (*b*), choisissez une fiole à col large et très-long, que vous couperez au tiers de la hauteur : vous adapterez au goulot un très-bon bouchon (*m*). Quant à la fiole (*d*), vous en couperez le col de manière que, renversée dans la capacité (*b*), il soit à 0^m03 ou 0^m04 au-dessus du bouchon (*m*). Cela fait, vous adapterez avec grand soin le tube (*c*) dans le bouchon (*n*), puis vous couperez la branche (*c m*) de longueur telle, qu'étant emmanchée au bouchon (*m*), l'orifice (*o*) de la fiole renversée se trouve à 0^m005 au-dessous de l'orifice supérieur du tube (*a*). Cette dernière condition est, comme nous l'avons dit, indispensable. Pour que les bouchons (*m*) (*n*) conservent bien l'huile, il faut les recouvrir intérieurement d'une couche épaisse de suif fondu, qu'on étendra avec un fer chaud.

Le support est un gros bloc de bois sur lequel est fixée une tige de verre (*t*). La construction et la disposition de la cheminée ne demandent pas d'explication. Le cube ou dé de liége (*p*) sera fait avec grand soin ; la tige (*t*) doit y entrer à frottement doux,

mais le tube (*c*) doit y être fixé invariablement par un frottement très-dur. Dans la fiole (*d*) on introduit avec force un bouchon (*e*) pouvant fermer l'orifice (*o*) et adapté à une petite tige en fer; ce bouchon est destiné à retenir l'huile pendant le renversement de la fiole. Le porte-mèche se compose du bouchon (*q*), entrant à frottement dans le tube (*a*) : il est percé latéralement de deux petites rainures, pour laisser passer l'huile, et, au centre, d'un trou carré de $0^{m}01$ de côté : dans celui-ci on introduit une petite lame de laiton contournée en forme de carré, de manière à être divisé en deux capacités égales (*a*) (*b*) par une sorte de cloison intérieure. C'est dans chacune de ses capacités latérales que se loge une mèche de lampe plate : cette cloison a pour but de faciliter le léger écartement des deux mèches, entre lesquelles se dirige le jet d'air du chalumeau.

Fig. 60.

79. On pourrait également bien remplacer cette lampe, si sa construction offrait trop de difficultés, par une de ces lampes communes à mèches plates, à réservoir d'huile latéral, mais non à double courant d'air ; elle est portée sur un pied : la mèche plate devra être préalablement coupée en deux dans le sens de sa largeur, de manière à la diviser, pour loger dans l'intervalle le bec du chalumeau.

80. *Nature et propriété de la flamme.* — Le dard du chalumeau doit s'élancer fixe et immobile sans aucun bruit : à cet effet, on enfonce légèrement le bec du chalumeau dans la mèche partagée en deux. Examinons attentivement la nature du dard : on remarque une flamme intérieure bleue (*a b*), enveloppée d'une flamme très-brillante et jaune (*a c*), qui elle-même est

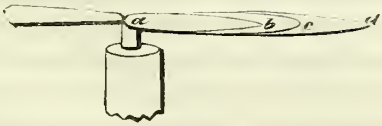


Fig. 61.

entourée d'une troisième flamme presque incolore ou légèrement bleuâtre et non lumineuse (*a d*). C'est dans la partie bleue (*a b*)

que se fait le mélange des matières combustibles et de l'air, sans combustion cependant, parce que la chaleur n'y est pas assez forte ; la flamme brillante (*a c*) est le lieu d'une combustion encore incomplète, et c'est dans la flamme extérieure pâle (*a b*) que se fait parfaitement la combustion. Selon la nature de ces flammes, leur propriété est différente. La flamme bleue (*a b*) est peu chaude et n'est propre, à cause de cela, à produire aucun phénomène, si ce n'est la réduction de quelques oxydes. La flamme brillante (*a c*) est chaude et *désoxydante*, c'est-à-dire propre à enlever l'oxygène aux corps réductibles; enfin, la flamme pâle (*a d*), qui est aussi très-chaude, est au contraire très-*oxydante*, c'est-à-dire propre à favoriser la combustion du corps chauffé avec l'oxygène de l'air.

81. Ainsi, veut-on seulement chauffer fortement un corps ou le fondre, il faut le placer au point (*b*), c'est-à-dire à l'extrémité de la partie bleue dans la flamme brillante, qui est le lieu de la plus haute température. Veut-on enlever l'oxygène à un corps, réduire un oxyde métallique, par exemple, il faut le maintenir dans l'espace (*b c*), c'est-à-dire dans la flamme brillante et près de l'extrémité (*b*). Veut-on enfin oxyder un corps, il faut le placer dans la partie (*c d*), c'est-à-dire dans la flamme pâle ou l'extrémité du dard, plus près du point (*d*) que du point (*c*), en un mot, aussi loin que possible du dard, de manière cependant à lui conserver la chaleur rouge nécessaire à l'oxydation.

82. Avant de procéder à aucun essai, il faut étudier la flamme et en bien connaître par expérience les diverses propriétés. Disposez d'abord la mèche et le bec du chalumeau, de manière à obtenir un dard immobile et dans lequel vous reconnaissiez facilement les trois flammes dont nous avons parlé. Cela fait, essayez d'abord à fondre du cuivre, par exemple, sur un charbon : avec le chalumeau à vessie, nous avons fondu et maintenu parfaitement liquide 1 gramme de cuivre rouge. Vous étudierez ensuite facilement les propriétés oxydantes et désoxydantes de la flamme, en fondant un globule d'étain sur un charbon; ce métal s'oxyde très-facilement. Il faudra chercher à faire paraître et disparaître successivement l'oxydation : ainsi,

bien placé dans l'espace (*b c*), le globule liquide reste brillant et découvert, tandis que dans l'espace (*a b*) ou (*c d*) il se couvre aussitôt d'une couche terne d'oxyde, qu'on fera disparaître de nouveau dans la partie (*b c*).

83. *Supports.* — La substance que l'on soumet à l'action du chalumeau doit être placée sur un support quelconque.

84. Le *charbon* est généralement le support le plus convenable. Il doit être de bois de sapin ou mieux de pin, pour éviter le pétillement. Le chêne et le hêtre seront proscrits, parce qu'ils donnent beaucoup de cendres ferrugineuses ; il faut en choisir des morceaux de 0^m015 de diamètre environ et de 0^m10 de longueur : il doit être dense, serré, sans gerçure ni fente ; les jeunes branches carbonisées, qui ont un canal médullaire ou un tissu lâche, doivent être rejetées ; on peut aussi choisir de gros charbons, mais les amincir à la râpe ou les scier de manière à leur conserver les dimensions prescrites. Nous avons enseigné (544 *bis*) sa préparation. On creuse dans le charbon, avec un couteau, une cavité peu profonde destinée à recevoir la matière à essayer ; une petite mèche de vilebrequin, plantée dans un morceau de bois ou un bouchon, serait un instrument commode ; la cavité doit être de la dimension du corps à essayer. Sur le charbon, on fait toutes les opérations d'oxydation, de réduction et de fusion. Le charbon doit être conservé dans un vase fermé, à l'abri du contact de l'air, pour empêcher qu'il n'absorbe de l'humidité.

M. Plattner a décrit, pour ses essais quantitatifs d'argent, de plomb et d'étain, une forme particulière à donner au charbon à l'aide de certains instruments, ainsi que le support ou *porte-charbon*. Ce mode d'opérer étant très-ingénieux et très-utile pour étudier l'action de la chaleur sur les corps, nous renvoyons à l'article (64) où nous indiquons les ouvrages à consulter à ce sujet.

85. Les *feuilles de platine*, fig. (62), sont fort commodes ; elles doivent être très-minces, sans plier sous leur poids. On les coupe en lames de 0^m05 à 0^m06 de long, sur 0^m012 à 0^m015 de large. Comme le platine est très-mauvais conducteur du calorique, on

peut chauffer ces feuilles à la plus haute température par un bout, et les tenir dans les doigts par l'autre bout sans se brûler : il ne faut pas traiter sur des feuilles de platine les substances métalliques réguliformes ou sulfureuses ou phosphorées, ni celles qui se réduisent au chalumeau, parce que le platine s'allie avec ces matières et se troue. Avec un peu d'attention, on peut se servir longtemps de la même feuille : on coupe les parties endommagées, et les pinces permettent de la tenir quand elle a de trop petites dimensions. On nettoie le platine taché en le frottant avec un peu d'émeri imbibé d'huile.

Fig. 62.

86. Le *fil de platine*, fig. (63), est indispensable pour certaines opérations, sûrtout pour la coloration des flux (135) (136) (139). On prend un fil, long d'environ 0^m07 à 0^m08, très-fin, mais non pas assez cependant pour qu'il se plie de lui-même quand il est rouge (la grosseur d'une forte aiguille), et on le courbe par un bout en forme de crochet : c'est ce crochet qui sert de support. Après l'avoir humecté avec de l'eau distillée, on le plonge dans le flux qui s'y attache ; après quoi on fond celui-ci à la lampe, de manière à en former une goutte, qui se fige et s'arrête dans la courbure. On humecte ensuite la pièce d'essai pour la faire adhérer au fondant préalablement solidifié, et l'on chauffe le tout ensemble. Par les mêmes raisons que précédemment on ne doit point traiter sur le fil de platine les métaux ou substances métalliques réductibles phosphorées ou sulfureuses.

fig. 63.

87. On fait aussi de petits supports en *terre réfractaire*, qui sont très-commodes. Réduisez de la terre de pipe en pâte consistante avec de l'eau, et aplatissez-la entre deux petites feuilles de papier à filtre, sous un tube de verre, de manière à conserver la moindre épaisseur possible. Nous avons décrit en détail cette préparation (116). Coupez la feuille d'argile en fer de lance et faites sécher, puis rougir au chalumeau ; le papier brûle et l'argile conserve sa solidité. Ces petits supports de forme différente

sont fort utiles ; ils nous serviront à soutenir les petites coupelles (112) et à essayer la fusion des corps (128).

88. Des *tubes de verre ouverts* par les deux bouts, longs de 0^m06 à 0^m08, et de 0^m002 à 0^m003 de diamètre intérieur servent pour griller une substance et reconnaître les corps avec lesquels elle est engagée. On introduit la matière d'essai près d'une des extrémités, en inclinant le tube, et on chauffe soit à la lampe à alcool, soit au chalumeau, suivant la chaleur nécessaire; les parties volatiles se condensent à la partie supérieure du tube, où l'on peut les reconnaître, et les substances gazeuses se dégagent. En inclinant plus ou moins le tube, on accélère ou retarde le courant d'air intérieur : c'est ainsi qu'un sulfure de fer grillé laisse dégager de l'acide sulfureux reconnaissable à son odeur.

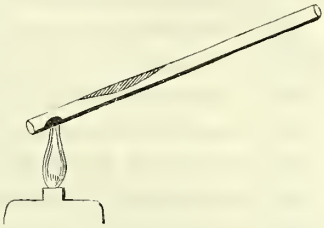


Fig. 64.

89. Des *tubes de verre fermés* par un bout (342), de 0^m002 à 0^m003 de diamètre intérieur, sont employés pour faire des sublimations à l'abri du contact de l'air. C'est ainsi qu'un fragment de sulfure de fer chauffé dans ce tube donnera naissance à du soufre, qui se condensera sur les parois sous forme d'une poussière jaune.

fig. 65.

90. Des *matras en verre* sont quelquefois commodes. On donne ce nom à des tubes de verre de 0^m003 à 0^m004 de diamètre intérieur, fermés à un bout, mais renflés en forme d'œuf à cette extrémité. On s'en sert pour chauffer les substances qui décrépitent, et pour en séparer de l'eau ou toute autre substance non combustible. L'air qui circule dans le tube, à la faveur du renflement, facilite beaucoup le dégagement de la substance volatile ; mais on conçoit que lorsque cette substance est combustible, il faut au contraire éviter la présence de l'air, et par conséquent se servir de tubes fermés et non renflés.

fig. 66.

91. Nous avons parlé (49) (115) des creusets et de la petite cuiller en platine qui nous serviront souvent.

92. Nous entrerons (125) dans le détail des opérations qui se font le plus souvent au chalumeau, et nous expliquerons la nature et l'emploi des réactifs particulièrement employés (131).

93. Chalumeau a soufflet ou forge. — Le chalumeau nous permet d'exposer les corps à une forte chaleur, mais avec lui nous ne pouvons opérer que sur de très-petites quantités, et généralement sur le corps lui-même sans aucun intermédiaire ; il devient surtout insuffisant, lorsqu'il faut chauffer les corps dans des creusets : d'abord la flamme n'est pas assez chaude, et de plus sa position horizontale ne permet de chauffer que la portion antérieure du creuset, tandis que la partie opposée est loin d'acquérir la température convenable. Pour faire les opérations pyrognostiques dans les creusets, nous nous servirons d'un véritable chalumeau, dont la flamme sera verticale, et sera alimentée par un soufflet. Avec cet instrument, auquel nous donnons le nom de *forge*, nous ferons facilement les opérations pyrognostiques qui exigent une forte chaleur, et nous chaufferons au blanc de petits creusets en terre ou en platine.

94. Notre forge se compose d'une table à soufflet et d'une lampe en verre à double courant d'air, comme on le voit dans les figures qui suivent. Cette lampe diffère peu de celle à chalumeau : la construction en est la même ; seulement le corps de la lampe (*a*) est traversé dans le centre par un tube (*l*) ouvert aux deux bouts, autour duquel s'enroule la mèche circulaire et dans l'intérieur duquel entre le tube injecteur de l'air (*q*). L'air poussé par le soufflet à travers le conduit (*x*) pénètre dans le tube (*q*), qui l'injecte dans le centre de la flamme.

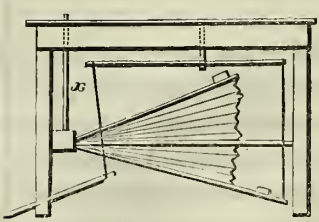


Fig. 67.

Nous allons entrer dans le détail de la construction des diverses parties de la *forge*.

95. *Table à soufflet*, fig. (67).— C'est celle dont se servent les émailleurs ; on la trouve dans le com-

merce. Il est fâcheux que son prix soit un peu élevé ; au reste, sa construction est si simple qu'on pourrait la construire soi-même avec un gros soufflet à double vent. Le pied fait mouvoir une pédale qui donne le mouvement au soufflet.

96. *Tube injecteur de l'air.* — Dans la table est pratiquée une ouverture dans laquelle aboutit le canal ou conduit du soufflet. C'est dans cette ouverture que s'adapte, à l'aide d'un bouchon, le tube injecteur (*q*). Il a 0^m20 de long sur 0^m012 de diamètre intérieur. Une de ses extrémités est fermée par le bouchon (*s*), donnant passage à un tube capillaire de même longueur et de 0^m0015 de diamètre intérieur : c'est là réellement le bec du chalumeau par lequel est injecté l'air. Comme l'huile se déverse quelquefois le long de ce tube, on y adapte un petit réservoir (*i*), destiné à la recevoir, formé d'un large goulot de fiole fixé par un bouchon. C'est avec la lime qu'on coupe ce goulot (29).

Fig. 68.

97. *Lampe à huile, en verre, à niveau constant et à double courant d'air.* — Sa construction théorique est la même que celle de la lampe à chalumeau (76), dont elle ne diffère que par l'addition dans le corps (*a*) du tube intérieur (*q*) ; nous n'y reviendrons pas, et nous allons seulement donner les détails de la construction.

Pied ou *support.* — Prenez pour faire le pied (*t*) un morceau de planche de chêne, ou de tout autre bois dense ; faites-en avec la scie un carré ayant 0^m10 de côté ; percez-le au centre avec la vrille : implantez-y une tige de gros fil de fer, ou mieux un tube en verre de 0^m20 de longueur sur 0^m007 de diamètre, que vous enduirez de mastic dur fondu, à la partie qui doit entrer dans le bois.

Corps de la lampe. — Choisissez un verre à quinquet (*a*) dont le diamètre inférieur soit de 0^m045 et le supérieur de 0^m035 à peu près ; coupez la partie supérieure (42) au moyen d'un trait fait avec la lime et le charbon composé, ou une tige de fer rougie au feu, en ayant le soin de conserver à la partie (*a*) une hauteur

de 0^m11. A la partie la plus large de ce verre ainsi coupé, ajustez avec la lime plate un bon bouchon de liége (*m*) qui formera le

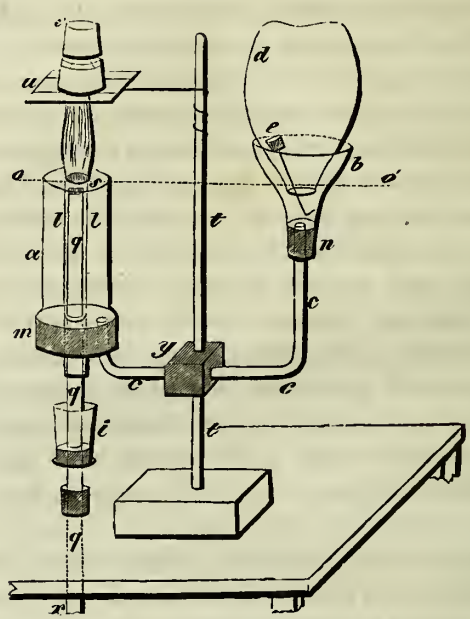


Fig. 69.

fond de la lampe; faites entrer de force ce bouchon après l'avoir enduit d'un peu de savon sec; ensuite, préparez le tube (*l*) qui devra passer par le centre du bouchon et dans l'axe de la lampe : ce tube doit avoir 0^m015 de diamètre intérieur et 0^m12 de longueur. Faites avec le poinçon et la lime ronde au bouchon (*m*) une ouverture telle que le tube (*l*) ne puisse y passer qu'avec difficulté ; frottez celui-ci dans toute sa hauteur avec du savon sec, et enfoncez-le de manière à lui faire affleurer le bord supérieur (*o*) de la lampe. Faites maintenant le tube conducteur (*c*) : prenez un long tube à parois épaisses, d'à peu près 0^m01 de diamètre extérieur et 0^m005 intérieurement; courbez-le à angle droit (233) à la distance de 0^m03 d'un des bouts. Faites avec du liége un cube (*y*), ayant 0^m03 dans toutes ses dimensions; percez-le de part en part avec le poinçon et la lime ronde de

deux trous qui se croisent sans se rencontrer, en faisant passer l'un devant l'autre, de manière que quatre faces de ce tube se trouvent percées et les deux autres restent intactes ; faites en sorte que l'un des trous, celui destiné à recevoir le tube (*c*), soit assez étroit pour ne le laisser passer qu'avec la plus grande difficulté. Dépolissez sur la meule le grand côté du tube que vous venez de courber sur une longueur de 0^m03 et à une distance de 0^m04 de l'angle formé, et passez-le dans le trou le plus étroit du cube en liége, de manière que celui-ci recouvre la partie dépolie : courbez encore le tube (*c*) à angle droit, à une distance de 0^m12 du premier angle formé, en ayant le soin de tenir les deux branches dans le même plan, et coupez cette nouvelle branche à 0^m09 de la courbure ; dépolissez les deux extrémités du tube ; percez le bouchon (*m*) à égale distance de la paroi du tube (*l*), et faites-y entrer de force la petite branche du tube courbé, qui dépassera de 0^m01 la surface intérieure du bouchon (*m*). Emmanchez le cube de liége dans le pied de la lampe, et coulez intérieurement sur le bouchon (*m*) du suif fondu jusqu'à affleurement du tube (*c*), afin de le préserver du contact de l'huile, qui, sans cette précaution, s'insinuerait entre le verre et sortirait peu à peu. Prenez maintenant une grande fiole à médecine, coupez-la circulairement (42), en conservant à la partie supérieure (*b*) une hauteur totale de 0^m08 ; au goulot de cette moitié de fiole (*b*) ajustez un bon bouchon (*n*) de 0^m025 de longueur, qui laissera passer à grand frottement la grande branche du tube (*c*), dont l'extrémité devra dépasser le bouchon (*n*) de 0^m01. Cela fait, préparez la fiole (*d*), qui devra faire réservoir d'huile : à cet effet, choisissez une fiole à médecine de moyenne grandeur, que vous couperez vers la moitié du col, au moyen d'un fort trait de lime et d'un effort des deux mains, comme pour rompre un tube, et renversez-la dans la capacité (*b*) : faites en sorte que dans cette position l'ouverture du goulot et la partie supérieure du tube (*a*) soient sur la même ligne horizontale (*o o'*). Si cela est, faites descendre le goulot d'à peu près 0^m004 au-dessous de cette ligne, ce qui est facile en faisant glisser le tube (*c*) dans le bouchon (*n*) ; enlevez la fiole (*d*) et

coulez du suif sur le bouchon (*n*), comme vous l'avez fait pour l'autre (*m*) ; évitez avec soin d'en laisser tomber sur l'ouverture du tube (*c*), et pour cela, au lieu de couler du suif fondu, faites-en descendre un morceau sur le bouchon et fondez-le avec un fil de fer chaud. Pour terminer, il suffit de faire un bouchon intérieur (*e*) destiné à fermer la fiole (*d*) quand on la renverse.

La mèche de la lampe est une mèche ronde ordinaire à quinquet, de 0m02 de diamètre ; mettez-en deux l'une dans l'autre, afin d'avoir une plus forte épaisseur de coton. Pour faire monter et descendre la mèche (*s*), vous en fixerez l'extrémité à l'aide de fil et aiguille à un anneau de 0m018 de diamètre, en fil de fer muni d'une queue verticale (*r*). Faites entrer à frottement la mèche ainsi préparée autour du tube (*l*), et au moyen de la tige vous pouvez la faire monter et descendre à volonté.

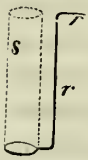


Fig. 70.

Il est bon de mettre un écran entre la flamme et le réservoir (*d*) : pour cela, faites avec la scie, à la partie supérieure du cube en liége, une rainure, dans laquelle vous enfoncerez un morceau de carton mince ayant 0m20 de hauteur et 0m12 à peu près de largeur ; maintenez-le au moyen d'un fil de chanvre ou de fer qui traversera le carton et embrassera le haut de la tige (*t*).

98. Cette lampe, quoique d'une exécution simple, demande cependant une certaine habileté, qu'il est difficile d'exiger d'un commençant ; nous dirons donc qu'on peut la remplacer par une de ces lampes en cuivre, à double courant d'air, dites *sinombres*, à réservoir latéral (*c*), et montées sur une tige verticale (*d*), le long de laquelle elles peuvent glisser et se fixer à l'aide d'une vis. Il conviendra de choisir celle dont la mèche et le bec se rapprocheront des dimensions que nous avons recommandées. On enlèvera le godet (*a*), et le tube injecteur sera introduit dans le canal intérieur (*b*) destiné au courant d'air, et injectera sur la flamme le vent du soufflet. Cette lampe

Fig. 71.

est également fort commode pour chauffer des capsules, parce qu'on peut régler à volonté la chaleur, en baissant ou élevant la mèche; il conviendra de couper (42) la cheminée de verre pour en diminuer la hauteur.

99. Nous indiquerons encore une autre disposition, préférable à toutes les précédentes : c'est l'emploi d'une lampe dite *solaire* (*a*) (*fig.* 72), dont le centre est traversé par le tube injecteur d'air (*b*) communiquant avec le soufflet de la table (*c*). La lampe,

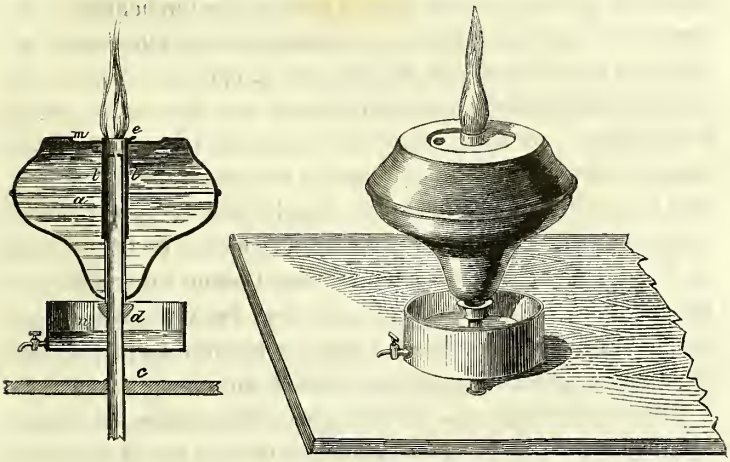


Fig. 72.

dont on a enlevé le pied, repose sur l'arrêt (*d*) soudé sur le tube (*b*); un petit appendice (*e*) permet, par un mouvement circulaire, d'élever ou d'abaisser la mèche (*l*), et par l'orifice (*m*) on introduit l'huile, qui doit toujours remplir la lampe. Le tube injecteur, vissé sur la table (*c*), est en zinc; il se termine supérieurement par un petit diaphragme, percé d'une ouverture de 0^m001 de diamètre environ, qui laisse passer l'air injecté par le soufflet inférieur; ce diaphragme doit être placé à 0^m01 environ en dessous de la partie supérieure de la mèche. Un récipient (*n*) reçoit l'huile qui s'écoule. Avec cet appareil, on obtient, sans aucune gêne, une flamme longue, régulière, très-chaude, qui permet non-seulement d'appliquer une haute température, mais encore de travailler, fondre, étirer, souffler le verre avec la plus

grande facilité : c'est une excellente table d'émailleur. L'opération terminée, il suffit d'abaisser la mèche, pour empêcher la fumée si incommode dans les lampes de ce genre.

100. *Manière d'opérer à la forge.* — La lampe sera garnie d'huile et placée sur la table avec précaution, de manière à introduire dans le tube intérieur (*l*) le tube injecteur (*q*). Allumez la mèche; comme celle-ci est très-forte, elle prendra feu difficilement; pour faciliter l'allumage, mouillez la mèche avec une barbe de plume trempée dans l'essence de térébenthine, et approchez la bougie allumée : l'essence prendra feu aussitôt et allumera bientôt la mèche. Réglez avec la tige (*r*) la hauteur de celle-ci, de manière à ce qu'elle donne une flamme longue et très-fumeuse, et faites mouvoir doucement le soufflet. Il est important de bien fixer la position du tube injecteur, ou la hauteur à laquelle il faut l'enfoncer dans le tube intérieur (*l*) pour avoir une belle flamme : son bec devra être à $0^m,01$ environ au-dessous de l'orifice de celui-ci. Sous l'action du soufflet, la flamme doit s'allonger verticalement avec bruit et présenter un dard non fumeux de 0^m08 de longueur environ. La mèche sera rabattue en forme de calotte sur l'orifice du tube (*q*), pour que la flamme n'échappe pas à l'action du soufflet. Après une longue insufflation, la mèche se charbonne; il ne faut pas la moucher avec des ciseaux, mais seulement enlever avec les pinces le champignon ou anneau solide de charbon qui la recouvre.

La flamme verticale étant bien disposée, adaptez au support (*t*) le petit support (*u*) sur lequel repose le fourneau (*v*) contenant un creuset (114). *Voyez* la figure (69). Dans le commencement, il faut ménager la chaleur, et ne l'augmenter que graduellement en forçant le soufflet. Le creuset sera placé au-dessus de la flamme et plongé dans sa partie supérieure, lieu de la plus haute température; une glace placée horizontalement au pied de la lampe permettra de voir l'intérieur du fourneau et de disposer convenablement le creuset. Celui-ci se couvre d'abord de fumée, mais s'en débarrasse bientôt par l'action du courant d'air plus rapide et de l'élévation de la température. Si cette fumée ne brûlait pas, la flamme serait trop fumeuse; il faudrait

alors ou baisser un peu la mèche ou forcer le vent du soufflet. Dans le coup de feu, le creuset doit être presque blanc, et sa pointe surtout doit être d'un blanc brillant : cet indice sera celui qui devra guider dans la position à donner au creuset au milieu de la flamme.

Quand une opération est terminée, il faut retirer le creuset et le laisser refroidir avant de l'ouvrir. Le soufflet n'agissant plus, la flamme incommoderait par la grande fumée qu'elle dégage; vous obvierez à cet inconvénient en couvrant la mèche ou la partie supérieure de la lampe d'un petit disque en métal, percé au centre d'une ouverture de 0m02, par laquelle sort une flamme plus petite et non fumeuse. Quand on ne travaille plus à la forge, il faut abaisser la mèche au-dessous du niveau de l'huile, parce que, dans la position qu'elle a dans le courant de l'opération, elle déverserait peu à peu de l'huile dans l'intérieur du tube (*l*).

Fig. 73.

101. *Avantages de la forge.* — La plus longue opération ne doit guère durer plus de dix minutes, et cinq minutes sont ordinairement suffisantes. C'est là un grand avantage de notre forge, de permettre de multiplier les opérations en peu de temps : ainsi, l'attention ne se fatigue pas, et les résultats sont aussi concluants que dans les opérations pyrognostiques de la grande chimie. Ici, pas d'embarras de fourneaux, de charbon, d'alimentation, dépense presque nulle de creusets et de combustible; en résumé, rapidité et économie, deux qualités bien précieuses. En cinq minutes, nous pouvons faire un alliage, ou l'extraction d'un métal, opérations qui demandent ordinairement deux ou trois heures; à la vérité, nous opérons sur de petites quantités; mais, pour l'étude, n'est-il pas aussi concluant d'obtenir 1 gramme de métal d'un minerai donné que d'en extraire 20 et 30 grammes, comme on le fait ordinairement ?

Comme indice de la puissance de notre forge, nous dirons qu'on peut y fondre parfaitement 3 grammes de cuivre rouge en dix minutes, dans un de nos petits creusets d'argile couverts (116).

102. Charbon. — Nous avons indiqué (84) l'emploi du charbon comme support dans les opérations au chalumeau ; il sert encore à brasquer (117) les creusets, lorsqu'il est réduit en poudre fine.

Charbon composé. — On peut couper les fioles, pour en faire des capsules ou des entonnoirs, avec un fil de fer de 0^m002 à 0^m005 de diamètre, que l'on fait rougir au feu ou avec le charbon ordinaire, sur lequel il faut souffler pour entretenir la combustion.

Cette opération se fait plus commodément (42) avec le charbon composé, qui brûle seul ; voici la manière de le faire.

Faites les quatre solutions suivantes :

Dissolvez 5 grammes de gomme arabique dans 8 grammes d'eau, 1 gramme de storax calamite pulvérisé dans 1^g50 d'alcool ordinaire, 1 gramme de benjoin pulvérisé dans 2 grammes d'alcool, puis faites un mucilage de 2 grammes de gomme adragante dans 12 grammes d'eau ; réunissez toutes ces solutions, et incorporez-y 12 grammes de charbon de bois pulvérisé et tamisé ; mélangez bien le tout dans un mortier. Cette matière doit être assez compacte pour être maniée facilement sans couler dans les doigts. Si elle est trop molle, ajoutez un peu de charbon ; dans le cas contraire, ajoutez de l'alcool ; mettez de cette pâte dans un tube en verre de 0^m10 de longueur et 0^m007 de diamètre intérieur ; tenez le tube verticalement, en l'appuyant sur une table pour fermer l'ouverture inférieure, et tassez la matière avec une baguette en verre ou en bois que vous introduirez par le haut du tube ; placez ensuite le tube horizontalement sur la table, et poussez avec la baguette la matière hors du tube : elle aura la forme cylindrique ; faites sécher à l'air ou à un feu doux, et vous aurez des cylindres de charbon qui, une fois allumés, continueront à brûler d'eux-mêmes, sans qu'il soit nécessaire d'entretenir la combustion par le souffle.

103. Cheminées. — Les lampes, alimentées par l'huile ou l'alcool, sont les sources de chaleur que nous employons uniquement. Il est indispensable de leur adapter des cheminées, tant pour les empêcher de fumer que pour activer la combustion.

Nous avons décrit (57) la cheminée pour la lampe veilleuse, et celle pour la lampe à alcool à double courant d'air (63). Il sera bon également de construire une petite cheminée pour la lampe à alcool à simple courant d'air (60), afin de garantir la flamme de toute agitation.

104. Cire. — La cire jaune ordinaire entre dans la composition du mastic mou (258).

105. Ciseaux. — Il faut avoir deux paires de ciseaux, l'une petite, et l'autre assez forte pour couper des feuilles métalliques. Un ciseau de menuisier est nécessaire pour travailler le bois.

106. Coloration des flammes. — Certains corps, avec ou sans flux (200), donnent à la flamme du chalumeau des nuances caractéristiques; nous avons indiqué (130) la manière d'étudier ces phénomènes.

107. Compas. — Un compas ordinaire est nécessaire dans la construction de quelques instruments.

108. Conserver les gaz. — *Voyez* (226).

109. Coupellation. — Cette opération a pour but de séparer l'or et l'argent des métaux avec lesquels ils sont alliés. Pour coupeller un alliage aurifère ou argentifère, on le fond avec du plomb dans une capsule poreuse appelée *coupelle;* tous les métaux s'oxydent, excepté l'or et l'argent: l'oxyde de plomb dissout les autres oxydes, et traverse la coupelle en les entraînant avec lui, et en laissant l'or ou l'argent, qui reste sous forme d'un bouton arrondi et brillant.

110. *Coupelles.* — La coupelle se fait avec de la cendre d'os. Brûlez des os, autres que ceux de veau, dans un foyer, jusqu'à ce qu'ils soient parfaitement blancs, pulvérisez-les très-finement, et jetez cette poudre dans un grand verre plein d'eau; remuez avec une baguette de verre, et laissez un instant reposer; les parties imparfaitement broyées et plus lourdes tomberont au fond, et les plus ténues resteront quelque temps en suspension dans le liquide; transvasez aussitôt celui-ci, et par un repos prolongé il s'éclaircira parfaitement, en déposant de la poussière d'os extrêmement fine : ce dernier dépôt sera jeté

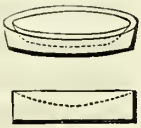


Fig. 74.

sur un filtre, bien lavé et séché. C'est avec cette poussière que nous ferons les coupelles, comme nous allons le dire.

La coupelle (*fig.* 74) a la forme d'un petit vase légèrement concave, de 0^m003 d'épaisseur et 0^m007 de largeur; façonnez une petite lame en bois de 0^m003 d'épaisseur, et percez-la d'une ouverture circulaire de 0^m007 de diamètre un peu conique, et dont la section sera bien lisse et polie : c'est là notre moule. Aplanissez avec le couteau un gros morceau de craie; faites avec de l'eau légèrement gommée une pâte consistante de poussière d'os; placez le moule sur la craie, du côté le plus étroit de l'ouverture; prenez avec la spatule un peu de pâte préparée, emplissez-en la cavité du moule, et appliquez par-dessus une bille en marbre ou agate de 0^m015 de diamètre, en tournant et comprimant en même temps; enlevez le moule et faites sortir la coupelle, en la poussant par-dessous avec une baguette d'un diamètre un peu plus petit; faites-la enfin sécher à l'air ou au feu avec précaution. Il sera bon de faire de suite une vingtaine de ces coupelles, dont l'emploi est fort commode. Il est très-important que la surface intérieure de ces coupelles soit bien lisse et polie; si elle était rugueuse, les parcelles métalliques, à peine visibles à l'œil nu, échapperaient à la vue et se rassembleraient difficilement.

111. On peut se dispenser de faire des coupelles à l'avance, en remplissant de cendre d'os une cavité faite dans un charbon. A cet effet, pour faire la coupellation, prenez une petite quantité de cendre d'os sur la pointe d'un couteau, après avoir humecté celle-ci avec la langue, et pétrissez-la dans le creux de la main gauche avec une petite dose de carbonate de soude, de manière à faire une pâte consistante. Creusez ensuite un trou dans le charbon et remplissez-le avec cette pâte, dont vous creuserez légèrement et polirez la surface, en pressant avec une bille de marbre ou d'agate. Chauffez ensuite doucement au chalumeau jusqu'à parfaite dessiccation, et procédez à la coupellation. Ce moyen, quoique bon, offre des inconvénients, parce que le charbon se brûle bientôt, et la coupelle peut facilement tomber et faire perdre le résultat de l'expérience.

Nous préférons donc beaucoup faire tout d'abord et à l'avance nos petites coupelles; il y aura à la fois économie de temps et facilité de manipulation.

111 *bis. Coupelles de M. Plattner.* — Cet habile chimiste prépare des coupelles qui lui servent aux essais quantitatifs des matières d'or et d'argent. Nous renvoyons à l'article (64), où nous indiquons l'ouvrage à consulter à ce sujet.

112. *Mode d'opérer la coupellation.* — L'alliage à coupeller aura la grosseur d'une forte tête d'épingle. Placez sur une lame d'argile (87), tenue avec une pince, la coupelle dans laquelle vous aurez déposé le grain d'essai avec un fragment égal de plomb, et chauffez à la flamme du chalumeau, de manière à déterminer la fusion complète des substances, qui se rassembleront en un globule métallique arrondi. L'alliage étant fait, maintenez la coupelle devant le dard du chalumeau, à son extrémité et aussi loin que possible, de manière seulement à maintenir la matière en fusion parfaite : nous recommandons d'éloigner ainsi la coupelle autant que possible de la flamme, pour faciliter l'accès de l'air et, par suite, l'oxydation des métaux. Si la matière venait à se refroidir assez pour se solidifier, approchez-la un peu plus de la flamme pour rétablir la fusion, qui est absolument indispensable au succès de l'opération. Le globule métallique, ainsi chauffé convenablement, diminue peu à peu de volume par suite de l'imbibition des oxydes dans la coupelle ; vous le voyez s'agiter avec un rapide mouvement de rotation et se couvrir de couleurs irisées; bientôt enfin le globule n'est plus que microscopique; observez attentivement, et la fin de l'opération s'annoncera par une sorte d'*éclair* que jettera la matière. Au reste, vous reconnaîtrez encore la fin de l'opération en exposant le globule au feu d'oxydation; s'il se couvre d'une pellicule opaque d'oxyde, chauffez encore ; si, au contraire, le globule reste limpide et brillant, sans changer de couleur ou d'aspect, la coupellation est terminée. Retirez la coupelle du feu et laissez refroidir.

Si le bouton d'or ou d'argent est suffisamment gros, saisissez-le délicatement avec les pinces. L'opération sera bien faite s'il

se détache facilement; il devra être parfaitement arrondi, sa surface extérieure sera nette et brillante, et celle qui reposait sur la coupelle sera mate et striée; si le globule métallique n'est pas visible à l'œil nu, vous le découvrirez avec la loupe.

Si, dans le courant de la coupellation, le globule ne diminuait plus sensiblement de volume, en restant terne et opaque après la solidification, il faudrait ajouter du plomb et continuer la coupellation. Dans certains cas, si l'on est obligé d'ajouter ainsi des quantités notables de plomb, la coupelle ne s'imbibe plus, parce qu'elle est comme saturée; laissez alors refroidir, saisissez le globule, en ayant grand soin de ne pas enlever avec lui quelques parcelles de la coupelle; placez-le dans une autre coupelle et continuez la coupellation.

L'opération de la coupellation au chalumeau est si délicate, que nous avons extrait d'un gros grain de plomb de chasse ordinaire un globule d'argent quelquefois visible à l'œil nu, mais toujours facilement appréciable à la loupe.

113. Couteau. — Il faut avoir deux couteaux, l'un fort et l'autre à lame mince et effilée, pour couper (37) les bouchons de liége. Un couteau en forme de scalpel sera encore fort commode pour enlever de petites quantités de matière.

114. Creusets. — Nous nous servons de petits creusets en *platine* et en *terre :* les premiers sont d'un usage excellent; ils rougissent très-facilement au chalumeau et à la forge; les seconds conviennent bien aussi dans certaines opérations, mais ne rougissent bien qu'à la forge.

115. *Creusets en platine.* — Ce sont de petits cornets ou cônes de 0^m02 de hauteur au plus, et de 0^m012 à 0^m015 d'évasement, coupés dans des feuilles de platine. Procurez-vous une feuille de platine très-mince, sans gerçures ni trous : elle conviendra d'autant mieux qu'elle aura moins d'épaisseur. Tracez sur elle (*fig.* 76), avec un compas, un cercle (*a b c d*) 0^m02 de rayon, que vous enlèverez délicatement avec des ciseaux : tracez les deux diamètres perpendiculaires (*a b*), (*c d*); coupez le cercle suivant la ligne (*a b*) en deux parties égales (*a c b*) et (*a b d*): chacune

Fig. 75.

d'elles, roulée en cornet, donnera deux creusets d'égale capacité. Mais il convient de faire un de ces creusets plus petit : à cet effet, divisez la ligne courbe (*d b*) en trois parties égales (*d i*) (*i e*) (*e b*), tracez le rayon (*o e*), enlevez la portion (*e o b*), et la portion (*a o e*) roulée en cornet donnera un second creuset plus petit que le premier. Le grand creuset (*a c b*), renversé sur le petit creuset (*a d e*), lui servira de couvercle. La feuille de platine étant convenablement coupée, contournez-la sur un cône en bois avec un marteau de bois, et, les deux bords étant rapprochés avec soin et rendoublés, le creuset sera fait. Néanmoins, il sera d'un service plus durable si on le soude à l'or : il ne faut pour cela qu'un coup de chalumeau sur trois paillons d'or fin recouvert de borax vitrifié ; cette soudure, d'ailleurs, serait promptement faite par un bijoutier.

Fig. 76.

Un grand creuset de platine renversé sur un plus petit lui servira de couvercle. Un carré de platine un peu plus large que le creuset, et dont les angles seront rabattus avec soin, le fermerait également bien ; s'il était nécessaire de fermer complétement, on enduirait ce couvercle d'un peu d'argile humectée.

Fig. 77.

Les creusets en platine conviennent dans une foule d'opérations; il faut s'abstenir d'y traiter des composés métalliques phosphorés ou sulfurés, parce qu'ils seraient aussitôt perforés et détruits. Dans certains cas, la brasque (117) les préserverait efficacement de cette destruction ; cependant, pour plus de prudence, nous recommandons d'employer pour les composés ci-dessus des creusets en terre.

116. *Creusets en terre.* — Nos creusets en terre ont la forme et la grandeur des creusets de platine; ils sont faits avec de la terre de pipe réduite en pâte consistante avec de l'eau et laminée entre deux feuilles de papier. Cette lame ou feuille d'argile, interposée entre deux feuilles de papier, est coupée de la grandeur convenable pour être roulée en forme de petit

cône ou cornet. Pour faire ces creusets, opérez ainsi :

Façonnez d'abord un cylindre en bois de 0^m15 de long sur 0^m015 de diamètre, et effilez avec le couteau et la lime plate une des extrémités en forme de cône, dont la hauteur sera de 0^m02 et la pointe légèrement émoussée. Tracez sur une carte un cercle de 0^m02 de rayon, et enlevez, comme il a été dit ci-dessus, les portions (*a c b*) et (*a d e*) qui nous serviront de *patron*. Malaxez dans un vase quelconque avec un peu d'eau, à l'aide d'une spatule, de la terre de pipe finement pulvérisée (on trouve cette matière dans le commerce), de manière à en faire une pâte molle et consistante. Coupez dans une feuille de papier blanc à filtre deux carrés égaux de 0^m05 de côté; étendez avec la spatule, sur l'un d'eux, sans trop de précaution, un peu d'argile préparée; superposez l'autre carré, et roulez par-dessus un tube de verre, en appuyant légèrement avec le plat de la main, de manière à laminer l'argile et à la réduire ainsi à l'épaisseur de 0^m001 au plus. Ce laminage doit être fait avec précaution, à l'aide d'une pression légère et graduée, pour que l'argile s'étende bien et n'offre point de solution de continuité; vous obtiendrez ainsi une lame d'argile interposée entre deux feuilles de papier. Appliquez le *patron* sur cette lame et coupez-la de la même grandeur. Cela fait, appliquez cette lame sur le cône du mandrin, comme si vous vouliez l'envelopper, en appuyant légèrement avec les doigts, de manière à lui donner la forme conique, à rapprocher les deux arêtes et à les superposer de quelques millimètres; dédoublez délicatement avec la lame du couteau, sur toute la hauteur du cône, les deux parties que vous allez rejoindre, en mettant la feuille d'argile à découvert sur une largeur de 0^m004; rapprochez les deux parties découvertes en les superposant de manière à n'avoir plus de solution de continuité; ajoutez avec la spatule un peu de pâte d'argile pour assurer la jointure; rabattez le papier soulevé; polissez extérieurement avec la spatule; détachez délicatement le creuset, et faites-le

Fig. 78.

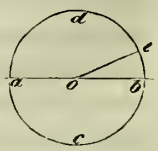


Fig. 79.

sécher dans une capsule à un feu doux, puis rougir fortement au feu d'un poêle ou d'une cheminée, pour lui donner de la consistance : le papier brûlé laisse l'argile à découvert.

Ces petits creusets, bien faits, ont l'épaisseur d'une feuille de fort papier; examinez-les au jour pour découvrir quelques fentes ou fissures, que vous fermerez avec un peu de pâte argileuse. Ils rougissent facilement au feu de la forge, et permettent de faire toutes les opérations pyrognostiques qu'on fait dans les creusets ordinaires. On peut les faire servir plusieurs fois, en les réparant successivement avec la pâte d'argile.

On pourrait les couvrir avec un creuset plus grand superposé; mais il convient mieux de couper dans la feuille d'argile encore humide de petits couvercles ronds ou carrés, dont les angles ou contours seront légèrement rabattus pour les maintenir en place. Si ces couvercles doivent fermer exactement, on les enduira extérieurement de pâte argileuse.

117. *Creusets brasqués.* — Dans certaines opérations pyrognostiques, le charbon est un élément nécessaire ; on pourrait mélanger le corps pulvérisé avec du charbon en poudre, mais il convient mieux de remplir le creuset de charbon un peu humide et bien tassé, et de pratiquer au centre de la masse une cavité dans laquelle on dépose la matière : cette opération s'appelle *brasquer*.

Un creuset brasqué est un véritable creuset de charbon. Pour brasquer les petits creusets, placez-les dans une cavité de même forme pratiquée dans un gros charbon ; remplissez-les à moitié de charbon finement pulvérisé, tamisé et très-légèrement humecté; tassez un peu, et faites entrer à frottement la pointe du mandrin conique. En opérant avec soin, les parois du creuset seront couvertes intérieurement d'une couche de charbon laissant dans le centre une cavité conique destinée à recevoir la matière. La brasque nous sert aussi à préserver les creusets en platine du contact des corps qui, pendant la calcination, pourraient les altérer. Il est très-essentiel que les creusets brasqués n'aient ni fentes ni fissures pouvant donner accès à l'air exté-

rieur, qui brûlerait le charbon. Par la même raison, on doit toujours les fermer.

118. *Fourneaux et supports de creusets.* — Dans les opérations ordinaires, les creusets sont placés dans des fourneaux et recouverts de charbon : comme nous ne nous servons ni de fourneau ni de charbon, nous allons dire les différents modes de supporter les creusets pour les soumettre à l'action de la chaleur.

Les creusets de platine rougissent bien dans la flamme de la lampe à alcool à double courant d'air ; on les pose sur un petit triangle en fil de fer placé sur la partie supérieure de la cheminée.

119. Souvent la chaleur de la lampe à alcool n'est pas assez forte, et les creusets de platine doivent être exposés à la flamme bien plus chaude du chalumeau. A cet effet, le creuset est placé sur un gros charbon taillé comme on le voit dans la figure 80 ci-après, et un fil de fer ou de platine (*a*) le maintient dans sa position. La figure 81 montre une forme plus avantageuse encore dans la préparation du charbon qui sert de support. Choisissez un gros charbon, faites une chambre cylindrique (*a*) capable de recevoir le creuset, et, par une ouverture antérieure (*b*), dirigez sur lui le dard du chalumeau : la flamme, qui touche le creuset un peu latéralement, tourne autour de lui en l'enveloppant complétement et ressort par la même ouverture ; le charbon, de son côté, s'allume, rayonne beaucoup de chaleur, et le creuset se trouve plongé, hors du contact de l'air, dans un centre de chaleur intense. Cette disposition est très-avantageuse pour faire bien rougir le creuset.

Fig. 80.

Fig. 81.

C'est dans le charbon taillé d'une certaine manière que M. Plattner loge les creusets et capsules dans lesquels il procède aux essais d'or et d'argent, en les soumettant à l'action d'une violente chaleur produite par la flamme du chalumeau. Nous renvoyons à

l'article 64, où nous indiquons l'ouvrage à consulter à ce sujet

120. La chaleur de la forge est enfin nécessaire quand celle de la flamme du chalumeau n'est pas assez puissante. Les creusets de terre y prennent promptement une haute température qu'ils ne pourraient acquérir dans les dispositions précédentes. La figure ci-contre montre la forme du fourneau ou support du creuset dans cette circonstance. Choisissez un creuset, dit *de Mouchy*, de $0^{m}07$ de haut et un peu plus de $0^{m}03$ de large à l'ouverture : ces creusets sont circulaires et très-légèrement coniques. Enlevez le fond avec la scie, et sciez le reste par la moitié en deux parties égales (*m*) et (*n*) ; disposez sur la section de la portion (*m*) trois petits fils de fer (*a*), (*b*), (*c*), maintenus par un fil enveloppant (*d*), et dont les pointes dépasseront intérieurement de $0^{m}005$ l'épaisseur du creuset : ces pointes seront enduites d'un peu de pâte argileuse pour les préserver de l'action du feu ; c'est entre elles qu'on pose le creuset. Celui-ci étant en place, la seconde portion (*n*) se place sur la première et sert de cheminée. Le dard de la forge, dirigé en dessous dans l'axe du creuset, l'enveloppe complétement et le rougit bientôt : un petit support rectangulaire (*u*), *voyez* la figure 69, fait en fil de fer, soutient ce support.

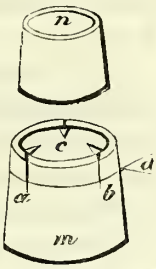


Fig. 82.

121. *Opérations dans les creusets.* — Les creusets sont chauffés soit à la flamme de la lampe à alcool à double courant d'air, soit au dard du chalumeau, soit à la forge, suivant le degré de chaleur auquel ils doivent être soumis. Les creusets de platine rougissent facilement avec ces trois instruments, mais ceux d'argile ne chauffent convenablement qu'à la forge, parce qu'ils sont moins bons conducteurs du calorique. La nature de l'opération indiquera le mode de chauffage à adopter.

122. C'est dans les creusets en terre, chauffés à la forge, qu'on opère la fusion des métaux et leur extraction, qu'on fait les alliages, qu'on traite certaines substances métalliques, phosphorées ou sulfurées, capables d'altérer les creusets de platine.

Certaines décompositions, qui n'exigent pas une haute température, se font bien dans les creusets de platine chauffés au chalumeau ou même à la flamme de la lampe à alcool à double courant d'air.

123. L'extraction des métaux se fait le plus souvent dans des creusets brasqués (117), surtout quand on opère sur des oxydes. Les matières à traiter doivent être pulvérisées très-finement, mélangées avec grand soin, et introduites avec léger tassement.

124. Les creusets doivent être couverts, soit pour concentrer la chaleur, qui se perdrait par rayonnement, soit pour empêcher le contact de l'air : dans ce dernier cas, le couvercle sera luté avec un peu de pâte argileuse.

125. Action de la chaleur sur les corps. — Dans l'étude de l'action de la chaleur sur les corps, il faut suivre l'ordre des opérations que nous allons indiquer.

126. *Sublimation.* — Examinez si la substance décrépite, si elle est volatile ou contient des substances volatiles. A cet effet, placez dans un tube fermé (89) un grain de la matière d'essai, et chauffez à la lampe à alcool ; l'eau et quelques autres substances volatiles qui pourraient être contenues se déposeront sur les parois du tube. Examinez avec un papier de tournesol si l'eau condensée est alcaline ou acide, flairez avec précaution le tube pour reconnaître certaines odeurs caractéristiques ; examinez aussi la couleur de la matière sublimée. Nous avons opéré dans un tube fermé, par conséquent sans le contact de l'air : or, la présence de celui-ci peut donner lieu à des phénomènes bons à constater. A cet effet, servez-vous d'un tube ouvert (88), et placez la matière à peu de distance de l'une de ses extrémités ; inclinez le tube de manière que cette extrémité soit la plus basse, et dirigez la flamme de l'alcool sur le grain d'essai, en inclinant plus ou moins le tube, selon que vous voulez établir dans l'intérieur un courant d'air plus ou moins rapide. Ce courant d'air oxyde les matières combustibles et entraîne avec lui toutes les substances qui se volatilisent. Celles de ces substances qui restent à l'état gazeux se répandent dans l'atmosphère et sont

presque toujours reconnaissables à leur odeur : comme la plupart sont acides, on peut aussi constater leur existence en mettant à l'entrée du tube un morceau de papier bleu de tournesol légèrement humecté. Quant aux substances volatiles condensables, elles se déposent sur les parois intérieures du tube, à des distances différentes de la pièce d'essai.

Si aucun de ces phénomènes ne se manifeste à la flamme de la lampe à alcool, c'est que peut-être la chaleur n'est pas suffisante ; répétez ces expériences en chauffant à la flamme du chalumeau.

127. *Fusion.* — La fusion des corps s'opère à des températures très-différentes ; quelques-uns sont infusibles.

Placez la matière d'essai sur un fragment de verre ou sur une feuille de platine et chauffez à la lampe à alcool ; un grand nombre de sels en cristaux fondront aussitôt avec spumescence : ils éprouveront alors la *fusion aqueuse*. Mais bientôt ils se dessèchent et ne fondent plus ; il faut une plus forte chaleur pour déterminer de nouveau leur fusion, qui prend alors le nom de *fusion ignée*. Quelques sels, comme le borax, se boursouflent considérablement avant de fondre. On peut opérer plus promptement et plus facilement en plongeant dans la flamme de l'alcool un grain d'essai fixé par humectation à l'extrémité d'un fil de platine (86).

128. Si la flamme de l'alcool n'est pas suffisante pour déterminer la fusion, brisez la substance en menus morceaux. Si elle se casse en grains arrondis, placez un de ces grains sur le charbon et soufflez au chalumeau ; si elle se brise en fragments aigus, saisissez un de ces fragments avec la pince à pointe de platine (282), et chauffez un de ses bords les plus aigus au feu le plus fort du dard. On peut, en place de la pince de platine, fixer avec un peu d'argile délayée une des extrémités du fragment sur un petit triangle d'argile (87). Si la substance est très-réfractaire, réduisez-la en poudre très-fine, dont vous ferez une pâte claire avec de l'eau ; mettez une goutte de cette pâte sur le charbon, et chauffez pour la dessécher, elle se prendra en un gâteau plat et consistant ; saisissez comme ci-dessus ce gâteau, et chauffez-en vivement une des arêtes avec le chalumeau.

129. *Calcination.* — Calciner une substance, c'est l'exposer à une haute température, de manière le plus souvent à en déterminer la décomposition. Cette opération se fera, soit sur le charbon à la flamme du chalumeau, soit à la forge dans un creuset d'argile. Si le contact de l'air était nuisible, il faudrait, dans le premier cas, chauffer avec la flamme intérieure ou *désoxydante* (80) du chalumeau, soit dans un creuset fermé; si au contraire le contact de l'air est utile, chauffez avec la flamme extérieure ou *oxydante* (80) du chalumeau, soit dans un creuset ouvert.

130. *Coloration des flammes.* — Dans les expériences que l'on fait au chalumeau, on remarque que beaucoup de corps ont la propriété de communiquer à la flamme une couleur tranchée, ou du moins une nuance particulière. Quand la couleur est tranchée, elle est propre à servir de caractère pour faire reconnaître la présence des corps que l'on sait avoir la faculté de la produire. Souvent la coloration, quoique très-apparente, ne se manifeste qu'à une certaine époque de l'essai, et seulement pendant un temps très-court. Ces sortes d'épreuves sont donc en général très-délicates, et exigent que l'on observe avec l'attention la plus soutenue les différents aspects que la flamme peut produire.

C'est presque toujours dans la partie bleue du dard que es colorations se manifestent. Il est très-important de faire en sorte que cette partie soit bien distincte : il faut arranger la mèche et placer le bec du chalumeau de manière à maintenir la flamme bleue conique bien prononcée et de longueur constante, et surtout sans que la flamme jaune vienne s'y mêler; on aperçoit alors très-distinctement la vapeur bleue qui enveloppe le cône intérieur, surtout si l'on opère dans une chambre obscure, comme il convient de le faire.

Pour faire une épreuve, saisissez la pièce d'essai avec la pince de platine, ou fixez-la avec un peu de pâte argileuse à l'extrémité d'un petit triangle d'argile, et introduisez-la de bas en haut dans la flamme bleue, devant la pointe du cône. Aussitôt la vapeur bleue est remplacée par une atmosphère jaune

rougeâtre, dont l'étendue et l'intensité dépendent de la nature des corps soumis à l'essai ; peu à peu cette atmosphère diminue et disparaît : alors la vapeur bleue baigne la pièce d'essai sans être altérée et sans être à peine visible, ou bien elle prend une couleur qui varie avec la nature des corps, parce que c'est à cette époque de l'expérience que ceux de ces corps qui peuvent se volatiliser se réduisent en vapeur. La forme que doit avoir la pièce d'essai dépend de circonstances particulières ; il faut toujours tâcher qu'elle présente une pointe ou un tranchant. Quelquefois on est obligé de la pulvériser et de la réduire sur le charbon en un gâteau plat, dont on puisse présenter une des arêtes à l'action du chalumeau.

131. *Action des flux.* — Les corps mélangés avec certains réactifs, qui prennent le nom de *flux*, manifestent à la flamme du chalumeau des réactions très-souvent caractéristiques : ces phénomènes sont pleins d'intérêt, et leur étude plus approfondie permettra sans doute un jour de leur donner toute l'importance qu'ils méritent.

Les flux sont assez nombreux, mais trois surtout, *le carbonate de soude, le borate de soude,* et *le phosphate double de soude et d'ammoniaque,* sont le plus souvent employés et fixeront ici notre attention.

Nous étudierons l'action des autres flux au fur et à mesure, dans le courant de nos manipulations. Les flux sont enfermés dans de petites fioles bien bouchées.

132. *Carbonate de soude* (629). — Le carbonate de soude doit être très-pur, exempt surtout de sulfate ; on l'obtiendra dans un degré convenable de pureté en soumettant le carbonate de soude du commerce à trois cristallisations successives (148). Un très-grand nombre de corps ont bien la propriété de se combiner avec le carbonate de soude à une haute température, mais la plupart de ces combinaisons sont infusibles. Ce n'est qu'avec les acides et un petit nombre d'oxydes métalliques qu'il forme des combinaisons fusibles, encore sont-elles pour la plupart absorbées par le charbon. (Dans les essais au chalumeau, le carbonate de soude s'appelle plus brièvement *soude*.)

133. Relativement à l'emploi de la soude, il y a plusieurs choses de détail à observer. On en prend la quantité dont on a besoin, avec la pointe d'un petit couteau, que l'on a préalablement humectée dans la bouche, pour que le réactif pulvérulent s'y attache. On l'applique ensuite dans le creux de la main gauche, et, lorsque cela est nécessaire, on l'humecte encore un peu, de manière à en former une masse cohérente. Si la substance que l'on veut essayer est pulvérulente, il faut la pétrir dans la main conjointement avec la soude ; mais si cette substance est sous forme de paillette ou de grain, on applique la soude à sa surface ; puis on chauffe sur le charbon, d'abord jusqu'à siccité, et enfin jusqu'à ce qu'elle fonde. Il arrive ordinairement que la soude est absorbée par le charbon un instant après sa fusion, mais cette absorption n'empêche pas son effet sur la matière d'essai ; car si celle-ci est fusible par la soude, elle la repompe bientôt après : une effervescence prolongée se manifeste à sa surface ; ses bords s'arrondissent, et le tout se transforme en un globule de verre liquéfié. Si la matière d'essai est infusible dans la soude, mais susceptible d'être décomposée par elle, on la voit s'enfler peu à peu, et changer d'apparence sans entrer en fusion. Toutefois, avant de prononcer sur l'infusibilité de telle substance par la soude, il faut avoir essayé au chalumeau le mélange du fondant avec cette substance pulvérisée. Si dans ces essais on prend trop peu de soude, une partie de la matière demeure à l'état solide, et le reste forme à l'entour une couverte d'un verre transparent ; si l'on en met trop, la boule de verre devient opaque en se refroidissant. Il peut arriver que la matière d'essai renferme une substance qui, étant infusible dans le verre de soude, lui ôterait sa transparence ; alors, pour ne pas être induit en erreur sur la nature du verre, il faut, dans les deux cas précités, ajouter à la masse une nouvelle quantité de la matière dont on croit n'avoir pas mis assez au commencement, et voir si l'on n'obtiendra pas ainsi un globule de verre limpide. En général, la meilleure méthode consiste à employer la soude par petites doses que l'on ajoute successivement à la masse, en remarquant

les variations produites par des proportions différentes de ce fondant.

134. Il arrive quelquefois, dans ce genre d'essai, que le verre se colore au moment où le refroidissement commence, et finit par prendre une teinte qui peut varier du jaune au rouge-hyacinthe foncé ; il devient même quelquefois opaque et jaune brun. Ces phénomènes ont lieu lorsque la pièce d'essai ou la soude contiennent de l'acide sulfurique ou seulement du soufre, et la coloration résulte de l'hépar ou foie de soufre développé par l'action réductive du charbon. Si cette coloration se reproduit constamment avec la même soude, c'est une preuve qu'elle contient du sulfate de soude, et alors il faut la rejeter ; mais si elle donne habituellement un verre incolore, en cas de coloration, c'est la matière d'essai qui contient du soufre ou de l'acide sulfurique.

134 *bis*. *Papier sodé*. — M. Plattner recommande, dans les essais d'argent, d'envelopper la matière à fondre et le flux dans une cartouche, de manière à empêcher que, par la première action de la flamme du chalumeau, il ne se perde quelques portions de la matière à essayer, enlevée par le courant d'air. Pour arriver à ce but, on taille des bandes de papier à lettres mince, de 24 millimètres de largeur, qu'on trempe dans une dissolution de 1 $\frac{1}{2}$ partie de carbonate de soude bien pur, qu'on dessèche, et qu'on débite ensuite par morceaux de 36 millimètres de longueur. Pour confectionner une cartouche, il faut rouler un de ces morceaux de papier sur un petit mandrin en bois, en faisant en sorte que le bord du papier dépasse le mandrin de 7 millimètres, replier cette extrémité sur celle du mandrin, enlever celui-ci, introduire la substance avec le plus grand soin, et refermer la cartouche, en pliant l'extrémité libre deux fois sur elle-même.

135. *Borate de soude* ou *borax* (630). — Faites subir trois cristallisations successives (148) au borax du commerce, et vous aurez ce réactif dans le degré de pureté convenable : les cristaux seront desséchés, pulvérisés, et mis dans une fiole qui sera bien bouchée. On emploie le borax pour opérer la dissolution ou la

fusion d'un grand nombre de substances: c'est un réactif très-caractéristique pour certains corps ou oxydes métalliques, qui colorent diversement la perle de borax préalablement fondue et bien limpide. Pour dissoudre et fondre les corps il faut opérer sur le charbon ; pour observer les phénomènes de coloration vous emploierez le fil de platine (86). Suivant que la matière à dissoudre est pulvérulente ou granuliforme, on la répand sur le borax à l'instant du boursouflement, ou on la fixe au moyen de l'humectation à la perle fondue sur le fil de platine. En général, on commence par traiter la dissolution d'une paillette, parce que l'emploi de la poudre ne permet pas de distinguer avec certitude les parties de la matière d'essai non attaquées par le fondant d'avec certaines substances insolubles qui peuvent s'y trouver engagées. On examine si la fusion des corps s'opère avec lenteur ou facilité, sans mouvement apparent ou avec effervescence, si le verre résultant de la fusion prend couleur, et si cette couleur est autre dans la flamme oxydante que dans la flamme désoxydante ; enfin on remarque si la coloration augmente ou diminue par le refroidissement, et si dans la même circonstance le verre conserve ou perd sa transparence. Certains corps ont la propriété de former avec le borax un verre limpide, qui conserve sa transparence après le refroidissement, mais qui, chauffé légèrement à la flamme extérieure, devient opaque et tourne au blanc de lait, surtout lorsque la flamme a été dirigée sur le verre d'une manière inégale et intermittente. On dit, pour exprimer ce phénomène, que le verre devient *opaque au flamber*.

136. *Phosphate de soude et d'ammoniaque* (933) ou autrement dit *sel de phosphore*. — Nous avons dit (933) sa préparation : les cristaux sont de la grosseur convenable pour faire les essais. Placé sur un charbon ou sur le fil de platine et soumis à l'action du chalumeau, il bouillonne, se boursoufle un peu et dégage de l'ammoniaque ; ce qui reste après ce dégagement est du phosphate acide de soude, qui se liquéfie tout doucement et forme en se refroidissant un verre transparent et incolore. Si la perle fondue devenait opaque par le refroidissement, le sel ne serait pas assez pur et devrait être purifié par une nouvelle

cristallisation. Le sel de phosphore fait connaître l'action des acides sur les substances qu'on veut essayer. L'excès d'acide qu'il contient s'empare de toutes les bases et forme avec elles des sels doubles plus ou moins fusibles, dont on examine avec soin la transparence et la couleur, souvent caractéristique, comme dans le traitement avec le borax. Ce même fondant exerce sur les acides une action répulsive. Ceux qui sont volatils se dégagent, tandis que les acides fixes restent dans la masse et partagent la base qui s'y trouve avec l'acide phosphorique ou la lui cèdent entièrement.

137. *Règles générales.* — Dans l'emploi des fondants, il faut bien se garder de suspendre trop tôt l'insufflation : telle substance paraît infusible au commencement de l'opération, qui cède peu à peu à l'action du flux et entre au bout de deux minutes en fusion complète. Il faut en outre ne la faire fondre que par petites doses, et attendre, pour en ajouter une nouvelle, que la précédente ait subi l'action du fondant, jusqu'à ce qu'enfin le verre produit parvienne à un degré de saturation au delà duquel il ne puisse plus en dissoudre. Lorsque le verre est saturé de la sorte, il offre souvent des réactions vives et manifestes, que l'on ne saurait obtenir avec le verre non saturé.

138. Lorsqu'on opère avec les flux sous un feu de réduction ou à la flamme désoxydante, il arrive quelquefois que la boule d'essai se réoxyde pendant que le charbon se refroidit, et que l'on perd ainsi le fruit d'une première opération. Pour obvier à cet inconvénient, on renverse le charbon, de manière à faire tomber la boule encore liquide sur un corps froid, ou bien dans un vase plein d'huile. Cependant l'emploi de l'huile est sujet à un autre inconvénient ; souvent elle se charbonne et obscurcit le verre, ce que l'on doit tâcher d'éviter.

139. Lorsque la couleur du verre est tellement intense qu'elle offre une apparence opaque, on peut s'assurer de sa transparence en tenant le globule vis-à-vis de la flamme, dans une certaine direction : alors on voit, même en plein jour, l'image renversée de la flamme se peindre dans la perle, sous la couleur propre à cette dernière. On peut encore comprimer le glo-

bule, avant qu'il se fige, avec des pinces plates, préalablement chauffées.

140. Les phénomènes de coloration sont encore bien plus évidents sur les coupelles de M. Lebaillif. Nous n'entrerons dans aucun détail à ce sujet, parce qu'ils sont consignés, ainsi qu'une suite de petites expériences fort curieuses, dans une notice de M. Lebaillif, qui se trouve, au prix de 1 franc, chez M. Rochette, opticien, quai de l'Horloge, à Paris. Nous recommandons de se procurer cette notice.

140 *bis.* Chauffage au gaz. — Voyez à l'article *Verre :* on y indique non-seulement le travail du verre avec la lampe au gaz, mais encore les divers appareils imaginés pour utiliser le gaz d'éclairage au chauffage dans le laboratoire.

141. Cristallisation. — Les corps affectent, en cristallisant, des formes régulières et symétriques qui les font souvent reconnaître. On peut faire cristalliser les corps de plusieurs manières, comme nous allons le dire.

142. *Cristallisation par refroidissement.* — Ce mode de cristallisation est le plus généralement employé : dissolvez dans l'eau la substance cristallisable ; filtrez la liqueur si elle est trouble, et faites évaporer à un feu doux, jusqu'à ce qu'elle ait une certaine consistance, ou jusqu'à ce qu'une très-légère pellicule se forme à la surface ; retirez le feu, et la dissolution, abandonnée à elle-même, déposera des cristaux plus ou moins réguliers en refroidissant. La cristallisation sera d'autant plus belle que le refroidissement sera plus lent : à cet effet, vous recouvrirez le vase dans lequel elle se fait, d'un vase plus large ou d'un grand verre à boire. La solution ne doit pas être trop concentrée à chaud, parce qu'elle déposerait, en refroidissant, des cristaux petits et confus ; vous reconnaîtrez l'état convenable de concentration, en déposant pendant l'évaporation quelques gouttelettes sur une lame de verre : si celles-ci cristallisent avec netteté, l'évaporation sera arrêtée. Les cristallisations se font dans des capsules en verre ou dans des verres de montre.

143. *Cristallisation par évaporation spontanée.* — Ce pro-

cédé, qui consiste à abandonner à l'évaporation à l'air libre, sans application de la chaleur, une solution saline concentrée à froid, est plus long que le premier, mais donne des cristaux plus nets et plus réguliers. Pour saturer une solution saline à froid, mettez la quantité d'eau convenable dans un mortier, puis le sel, que vous écraserez et pulvériserez avec le pilon; vous n'ajouterez de nouveau sel que quand le premier sera dissous, et vous ne cesserez d'en ajouter que lorsque l'eau refusera d'en dissoudre. Cette liqueur filtrée sera déposée dans une capsule ou un verre de montre, et abandonnée à l'action de l'air libre; l'évaporation se fera très-lentement, et déterminera la formation de cristaux bien réguliers. On pourrait également dissoudre le sel à chaud dans l'eau, mais ne pas pousser l'évaporation jusqu'à la consistance qui donnerait des cristaux par refroidissement.

144. On peut accélérer beaucoup l'évaporation spontanée en enfermant sous le même vase le liquide et une substance avide d'eau. A cet effet, versez dans une assiette de l'acide sulfurique, de manière à en couvrir le fond d'une hauteur de $0^{m}01$; faites surnager une capsule de verre contenant le liquide à évaporer; enduisez les bords de l'assiette de suif ou de graisse, et appliquez par-dessus une large table de verre qui, fermant hermétiquement, empêche le contact de l'air extérieur; l'acide sulfurique, absorbant sans cesse les vapeurs aqueuses qui se forment, facilite singulièrement l'évaporation. Ce procédé sera employé pour faire cristalliser des sels difficilement cristallisables; il est superflu de dire qu'il faut préalablement amener le liquide à un degré de concentration ou de densité voisin de la cristallisation.

145. Le moyen suivant réussit bien pour hâter par un courant d'air l'évaporation spontanée d'une goutte saline déposée sur une lame de verre et sur laquelle on veut étudier au microscope la forme cristalline. La lame (*a*) est déposée dans le tube de verre (*b*), s'emmanchant par un bon bouchon avec le tube de zinc (*c*) formant réservoir de la lampe (*d*) (*fig.* 83) : le tube (*c*) est fermé en bas et est soudé à la vis (*e*), qui faisait partie de l'ancien godet de la lampe. L'air, qui alimente la lampe, passe

rapidement par le tube (*b*) et détermine la très-prompte évaporation des substances placées dans l'intérieur ; si l'on chauffait légèrement du tube (*b*), la dessiccation serait encore plus rapide.

146. *Cristallisation par fusion.* — Certains corps, comme le soufre, le bismuth, fondus à chaud et abandonnés à un refroidissement lent, cristallisent; nous indiquerons (426) le mode d'opérer.

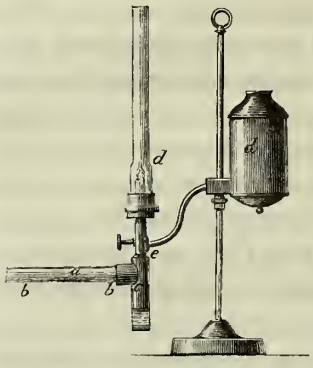


Fig. 83.

147. *Cristallisation par sublimation.* — L'arsenic, l'iode, etc., se réduisent, par l'application de la chaleur, en vapeurs qui se condensent ensuite sous forme cristalline ; cette opération se fait dans des tubes ou des fioles; nous en donnerons un exemple (408).

148. *Purification d'un sel par cristallisations successives.* — Les sels cristallisent souvent avec des formes variées et différentes qui permettent de reconnaître leur présence : c'est ainsi qu'une solution de sel marin et de salpêtre donne à la fois des cristaux cubiques et prismatiques. Si les cristallisations s'opèrent à des températures différentes, il est possible de séparer des sels mélangés : c'est ainsi que, dans l'exemple précédent, le sel marin, cristallisant plus tôt que le salpêtre, celui-là se déposera le premier, et pourra être séparé complétement de l'autre. Certains sels qu'on trouve dans le commerce ne sont pas quelquefois dans un état de pureté suffisant ; il faut les purifier par des cristallisations successives. A cet effet, les premiers cristaux obtenus seront jetés sur un filtre, lavés légèrement, dissous de nouveau et mis à cristalliser ; ces seconds cristaux seront encore dissous, de manière à ne recueillir que le produit de la troisième cristallisation. Ces derniers cristaux, alors parfaitement purs, seront légèrement lavés sur le filtre, égouttés sur le séchoir (182), et desséchés soit au feu, soit à l'air libre.

On peut se dispenser de faire toutes ces cristallisations en

troublant la première par l'agitation, de manière à obtenir en poussière fine les cristaux, qui seront lavés sur un filtre avec de l'eau, jusqu'à ce que celle-ci en ait entraîné environ la moitié. Le sel ainsi lavé et séché sera parfaitement pur.

149. On peut obtenir des cristaux d'un gros volume en les nourrissant pour ainsi dire. A cet effet, choisissez, parmi plusieurs cristaux obtenus, deux ou trois des plus gros et des plus réguliers, et immergez-les dans une solution saturée à froid de la même substance, en ayant le soin de les retourner délicatement chaque jour: par l'effet de l'évaporation spontanée, le cristal croît en volume sur toutes ses surfaces libres, et peut, avec le temps, acquérir un grand volume. Il est indispensable au succès de l'opération que la dissolution saline ne soit pas concentrée.

Pour obtenir des cristaux lamellaires d'une grande dimension, on introduit dans la dissolution une matière qui puisse la rendre visqueuse. C'est ainsi que, dans la cristallisation de l'acide borique, on emploie de la gélatine, qui agit ici par une simple action mécanique.

150. *Mode d'observer les cristaux.* — L'examen de la cristallisation des sels est fort intéressant. Comme on reconnaît aussi bien la forme cristalline dans une goutte de liqueur que dans une grande quantité, nous recommandons de poser sur des lames ou disques de verre de petites gouttes de la solution saline, et de les abandonner à l'évaporation spontanée. Ce mode, prompt et facile, donne des cristaux très-nets, et dont on suivra, pour ainsi dire, la formation avec une forte loupe. On examinera mieux encore avec le microscope dont nous donnons (269) la description.

Nous avons donné (588) un tableau général des formes cristallines des sels.

151. Cuiller en cuivre jaune ou laiton (317) ; en platine (49).

152. Décimètre. — Le double décimètre en bois, sur lequel sont tracées les divisions en millimètres, est indispensable dans le laboratoire. Il sert à mesurer les dimensions prescrites dans la construction de plusieurs instruments.

153. Dessication des gaz (234), des liquides (172), des solides (172), des filtres (181).

Appareil de dessication. — Les procédés de dessiccation sont variables, soit qu'on veuille doser l'eau combinée, ou chasser seulement l'eau hygrométrique. Ils ont lieu avec ou sans courant d'air : dans le second cas, il suffit de chauffer convenablement la substance déposée dans une capsule ; dans le premier cas, le corps est soumis à un courant d'air chaud ou froid, qui hâte singulièrement la dessiccation.

L'appareil représenté (*fig.* 84) présente une disposition simple qui permet de doser avec une grande exactitude, à l'aide d'un

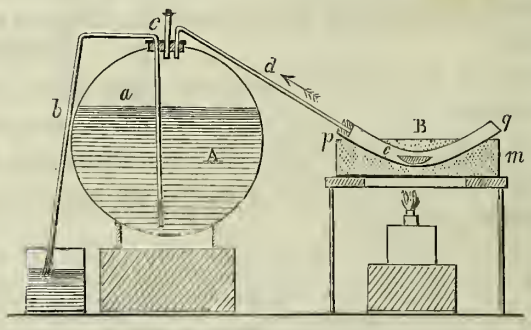


Fig. 84.

courant d'air, l'eau contenue dans une substance humide. Il se compose de deux parties, l'aspirateur A, et le récipient B. L'aspirateur est un vase en verre, une bouteille, une carafe, ou mieux, comme nous le proposons, un de ces gros globes en verre d'une capacité de 4 à 5 litres, dont se servent les cordonniers, en les remplissant d'eau, pour concentrer sur leur ouvrage la lumière de la lampe, à l'instar d'une lentille : ce vase est fermé exactement par un bouchon bien mastiqué et traversé par 3 tubes, l'un (*b*) à deux branches inégales formant siphon, l'autre (*c*) par lequel on introduit l'eau et le troisième (*d*) établissant la communication avec B. Il est très-essentiel que le tube (*c*) soit très-hermétiquement fermé par un bouchon enduit de mastic mou, que la branche extérieure du tube (*b*) soit plus longue que

la branche intérieure de quelques centimètres, et qu'enfin la fermeture du vase (*a*) soit assez complète pour que l'air extérieur ne puisse pas s'y introduire. On peut, au reste, s'en assurer en fermant avec le doigt l'extrémité du tube (*d*), lorsque l'aspirateur laisse circuler l'eau par le tube (*b*) ; s'il est bien clos, l'écoulement doit s'arrêter. Le récipient B n'est autre chose qu'un tube courbe (*pq*) plongeant dans un bain de sable, c'est-à-dire dans le vase (*m*), capsule, casserole ou autre, contenant du sable, qu'on chauffe à la température convenable : c'est dans ce tube (*pq*) qu'est introduite la substance à sécher (*e*), déposée dans un petit vase, capsule, ou nacelle en platine, ou sur une lame métallique ou fragment de verre. On comprend que le vase (*a*) étant rempli d'eau, le tube (*c*) étant bien bouché, en aspirant légèrement par la branche (*b*), l'eau s'écoulera par un jet continu et modéré, qui soutirera l'air par le tube (*pq*), et déterminera rapidement la dessiccation de la substance à sécher.

154. La *fig.* 85 représente une autre disposition du récipient : c'est un des tubes courbes dont nous nous servons dans l'appareil de Woulf (228), plongeant dans un vase en métal contenant de l'eau, de l'huile, ou toute autre solution saline, en un mot dans un *bain-marie*, maintenu, à l'aide d'une lampe, à la chaleur convenable ; un des petits tubes (*s*) s'adapte à l'aspirateur, et l'autre (*t*) sert d'entrée à l'air extérieur. On peut placer la substance humide dans le tube courbe, ou mieux, suivant une disposition analogue à celle proposée par M. Gmelin, dans un petit tube (*o*) ouvert en haut et mal fermé inférieurement, et entrant à frottement dans un bouchon introduit lui-même avec force dans le gros tube courbe : on comprend que par l'aspiration, l'air est forcé de traverser la substance à sécher.

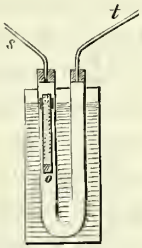


Fig. 85.

155. La *fig.* 86 ci-après représente un appareil qui atteint le même but dans certains cas, et par une disposition plus simple. (*ab*) est un tube métallique de 20 centimètres de longueur

environ, dans lequel entre à frottement un tube de verre (*c*) ; c'est dans ce dernier qu'est introduit le petit vase contenant la substance à sécher. On recouvre le tube (*ab*) par une lame métallique (*d*) contournée circulairement, de manière à concentrer la chaleur de la lampe : le dessin ci-contre fait comprendre cette disposition. Un fil de fer (*e*), engagé légèrement dans les extrémités (*a*) et (*c*), sert à suspendre l'appareil et à le maintenir dans une position inclinée à 45°. On conçoit que l'air froid extérieur s'engage dans le tube (*ab*) chauffé par une lampe, le traverse en raison de son inclinaison, s'y échauffe, et va baigner la substance humide, qu'il sèche promptement. On trouve dans le commerce des tubes en cuivre, soudés au cuivre, destinés aux fabriques de gaz, et qui conviennent très-bien ; il ne faudrait pas employer des tubes soudés à l'étain.

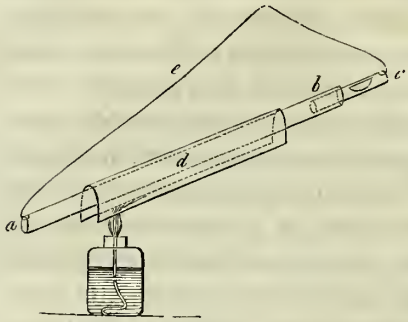


Fig. 86.

156. *Diamant.* — On trouve dans le commerce de très-petits diamants, montés sur une tige analogue à un crayon ; ils servent à écrire très-facilement sur le verre, y tracer des divisions. Si l'élève peut acheter ce très-utile outil, qui coûte 5 fr., il fera une bonne acquisition : il s'en servira surtout pour étiqueter tubes, verres, vases, fioles contenant les réactifs, et dont les vapeurs corrodent promptement toutes les étiquettes.

L'appareil suivant (*fig.* 87) représente une véritable étuve chauffée à l'eau bouillante, ou à 100°. Le tube en verre (*a*), de 0^m05 de diamètre et 0^m15 de longueur, analogue aux verres employés dans le gaz d'éclairage est fermé par les deux bouchons mastiqués (*m*) et (*n*) ; ces derniers sont traversés par un tube en verre central de 0^m022 de diamètre et 0^m20 centimètres de longueur servant de chambre à étuve et dans lequel est placée la

capsule (*c*) contenant le liquide ou le solide à dessécher; il est supporté horizontalement par le fil de fer (P) retenu par le sup-

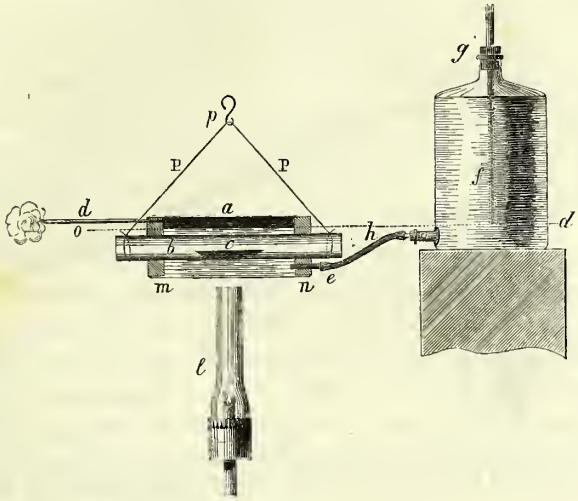


Fig. 87.

port ou anneau (*p*); les deux bouchons sus-dénommés sont aussi traversés par les petits tubes (*e*) et (*d*). Le flacon plein d'eau (*f*) muni du tube ouvert (*g*) est en communication avec le tube (*a*) à l'aide d'un tube de caoutchouc (*h*). Le tube (*a*) est aux $\frac{3}{4}$ rempli d'eau, dont le niveau (*oo'*) doit affleurer l'extrémité inférieure du tube (*g*). On conçoit que le flacon (*f*) est ainsi disposé pour maintenir le niveau constant dans le tube (*a*). Une lampe (*l*) chauffe dans ce dernier l'eau, dont les vapeurs s'échappent par le tube (*d*). Cet appareil bien construit est d'un excellent usage.

157. *Distillation.* — C'est une opération fréquente, qui a pour but, tantôt de purifier un liquide volatil, tantôt de produire et recueillir des liquides provenant de la calcination d'une substance.

L'opération la plus fréquente est celle de la distillation de l'eau : l'appareil (*fig.* 88) est très-convenable. A la fiole (*a*) placée sur le support décrit plus loin est emmanché un très-gros tube (*b*), de 0^m02 à 0^m03 de diamètre, et d'une longueur d'un

mètre au moins servant de réfrigérant. Le tube (*c*), dont l'exa-

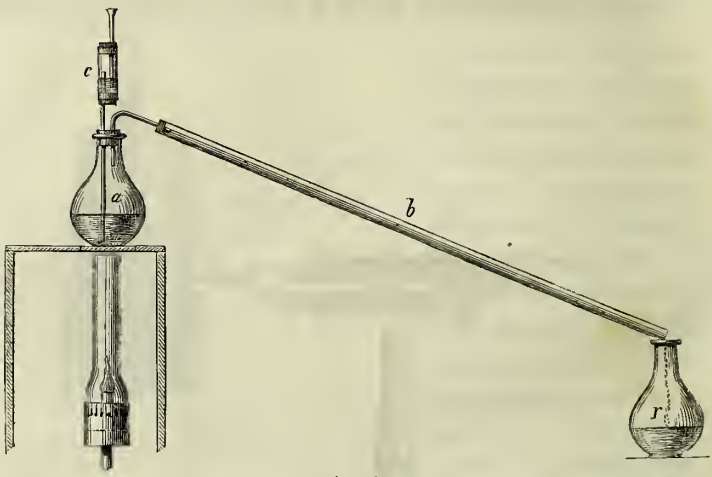


Fig. 88.

men attentif fait comprendre la disposition, permet de renouveler dans (*a*) l'eau épuisée par l'évaporation.

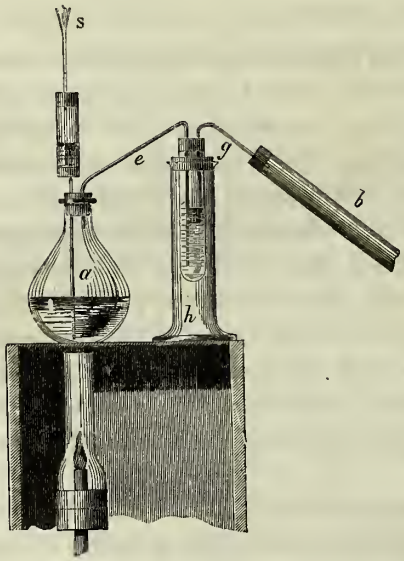


Fig. 89.

158. *Distillation par la vapeur d'eau.* — Le même appareil légèrement modifié (*fig.* 89) peut servir à distiller des liquides volatils, alcool, essence de térébenthine, etc., etc., à l'aide de la vapeur d'eau : cette opération, fort usitée dans la grande industrie, est instructive pour l'étudiant.

Supposons qu'il s'agisse de distiller de l'essence de térébenthine du commerce, toujours impure, placée dans le tube (*d*).

Ce tube est fermé par un bouchon, traversé d'une part par le tube (*e*) communiquant avec le générateur de vapeur d'eau (*a*), et d'autre part par le tube (*g*) communiquant avec le tube réfrigérant (*b*). Le tube (*d*) est lui-même fixé dans l'éprouvette en verre (*h*), qui sert d'enveloppe préservatrice contre le refroidissement de l'air extérieur. Il sera nécessaire de fermer par un petit bouchon le tube entonnoir (*s*), parce que la pression, quoique légère, qui existe dans le tube (*d*) ferait remonter l'eau de (*a*) dans (*s*). La vapeur d'eau traverse l'essence (*d*), l'entraîne dans (*b*), s'y condense avec elle, et le récipient (*r*), à l'extrémité de (*b*) (voyez *fig.* 88), reçoit les deux liquides eau et essence, qui se séparent de suite par différence de densité.

159. Lorsqu'il s'agit de décomposer un corps par la chaleur, telle qu'une gomme ou autre, pour recueillir les produits liquides, l'appareil (*fig.* 90) présente le dispositif le plus commode. Le tube (*a*) contenant la substance solide ou liquide à dis-

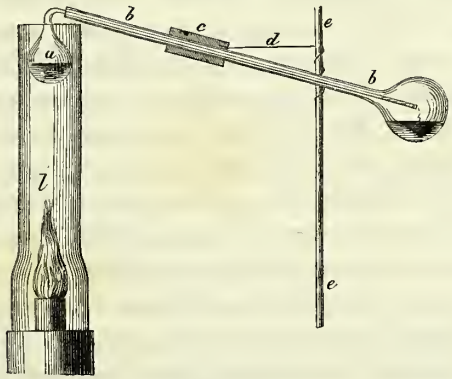


Fig. 90.

tiller, a été préparé et effilé comme il est dit (203) ; lorsque le verre effilé est encore mou, on l'a brusquement incliné, de manière à lui donner la forme ci-dessus; la partie effilée s'engage dans un petit tube (*b*), soufflé en boule, et de $0^{m}10$ de longueur; ce dernier traverse un bouchon de liége (*c*), dans lequel s'implante la pointe acérée du fil de fer (*d*) s'enroulant et glissant sur la tige de support (*e*). Cet appareil ainsi suspendu est intro-

duit délicatement dans la partie supérieure d'un verre de lampe (*l*), où il subit l'action ménagée de la chaleur : on voit bientôt la substance fondre, bouillir et dégager des vapeurs, qui se condensent et tombent goutte à goutte dans le bout du tube (*b*). C'est là un appareil fort simple, qui permet de suivre et d'étudier toutes les phases de la distillation.

Fig. 91.

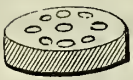


Fig. 92.

160. Disques de bois. — Il faut avoir plusieurs disques de bois de différentes hauteurs, pour soutenir ou élever les diverses parties des appareils. Pour les faire, on sciera avec soin, en plusieurs parties, une bûche bien droite. Quelques trous cylindriques, pratiqués à mi-bois dans ces disques, pourront recevoir des tubes de verre.

161. Dissolution. — La dissolution des corps solides dans les liquides se fait à chaud ou à froid. La substance devra toujours être préalablement pulvérisée aussi finement que possible, pour faciliter la dissolution : on aura le soin d'agiter la liqueur pendant l'ébullition. Il est facile de s'assurer *à priori* si un corps est soluble : la saveur est un indice ; suspendez dans le dissolvant un fragment d'un corps soluble, et vous verrez un filet liquide se détacher du corps et traverser la liqueur tranquille. Le phénomène est très-apparent avec un morceau de sucre. Quelques corps sont si peu solubles qu'on ne saurait quelquefois se prononcer sur leur solubilité : dans ce cas, faites bouillir dans le dissolvant la substance pulvérisée ; laissez reposer la liqueur, et déposez-en une goutte sur un fragment de verre ; s'il reste un résidu solide après l'évaporation de celle-ci, la substance est plus ou moins soluble. L'eau est le dissolvant le plus général.

Les dissolutions à chaud se font dans les capsules en verre ou les fioles chauffées par la lampe-veilleuse. Les dissolutions à froid se font bien dans les verres à liqueur, à champagne et dans les verres ordinaires.

On pourrait faire une dissolution concentrée à froid d'un sel soluble, en se servant de l'appareil de lixiviation (*fig.* 154) décrit

ultérieurement (248 *bis*); on mettrait le sel dans le tube (*b*), et l'eau s'écoulerait goutte à goutte dans un grand état de concentration.

La *dissolution des gaz* se fait dans un appareil particulier (227) (338).

162. Écrans. — Les opérations chimiques présentent quelques dangers, surtout pour les étudiants encore inhabiles. On serait très-blâmable de ne pas prendre toutes les précautions convenables pour empêcher un accident. Les commençants les négligent volontiers : c'est que dans leur inexpérience ils ne connaissent pas le danger. Soyez toujours prudent : ce ne sera pas timidité, mais circonspection raisonnée. Rappelez-vous que les annales chimiques ont enregistré de terribles accidents, dont les chimistes les plus habiles ont été les victimes.

163. C'est à ce titre que nous recommandons l'usage des écrans. La figure 93 représente un écran très-simple : c'est une planche de carton mince, de 0^m30 de long sur 0^m20 de large, assujettie à un manche en bois, et percée d'une ouverture rectangulaire de 0^m15 de long sur 0^m05 de large, sur laquelle on colle une lame de verre avec des bandelettes de papier. A l'aide de cet écran, on peut surveiller de très-près une opération, sans craindre les résultats d'une explosion. Ne négligez jamais de vous en servir dans l'occasion.

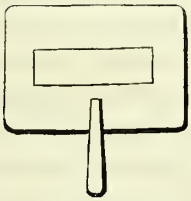


Fig. 93.

164. Dans certains cas, pour arrêter une opération qui marche mal, ou pour réparer quelque partie d'un appareil en activité, il faut avoir les mains libres et se préserver à la fois ; l'écran précédent ne peut plus servir : nous proposons une sorte de lunettes, faites d'un morceau de carton mince coupé convenablement, percé de deux trous recouverts de petits disques en verre blanc pour permettre de voir, et garni latéralement de deux fils en laiton qui s'adaptent derrière les oreilles.

Fig. 94.

165. Un autre écran sert à la fois à préserver l'opérateur et

à garantir l'appareil des courants d'air. C'est une grande planche de carton mince, de 0^m30 de large sur 0^m40 de haut, adaptée sur un disque en bois qui sert de support. Il se place sur la table, tout près des appareils en activité.

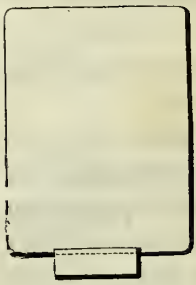


Fig. 95.

166. Électricité. — On donne le nom de *piles* à des instruments dans lesquels circule un courant électrique ou galvanique capable de produire des phénomènes chimiques importants.

Nous avons décrit (370 et 371) plusieurs petites piles capables d'opérer la décomposition de l'eau.

Les appareils suivants ont la propriété de produire des courants électriques constants, c'est-à-dire dont l'action continue longtemps sans affaiblissement.

Le professeur Daniel conseille une disposition analogue à celle que nous allons décrire: choisissez un de ces longs vases en faïence vernissée, dans lesquels on conserve les confitures, et versez dedans une solution saturée de sulfate de cuivre dans laquelle vous maintiendrez plongée une lame de cuivre rouge contournée en cylindre et d'un diamètre peu différent de celui du vase. Dans un petit sac de toile ou une petite vessie versez une solution saturée de sel ordinaire, et plongez ici une lame de zinc également contournée: introduisez cette vessie, ainsi disposée, dans le vase en faïence, et faites en sorte que les deux liquides soient à la même hauteur. Préalablement un fil de cuivre aura été adapté à la lame de cuivre, ainsi qu'à celle de zinc, à l'aide de petites pattes réservées; ces deux fils sont les *pôles* conducteurs. La réaction du sel, du sulfate de cuivre, du zinc et du cuivre détermine un courant électrique capable de certaines décompositions chimiques, et entre autres de celle de l'eau, comme nous le verrons plus loin. M. Becquerel a heureusement modifié cet appareil, et un *couple*, tel qu'il l'a imaginé, et qu'on trouve à bas prix dans le commerce, suffit à cette décomposition.

Il existe un grand nombre de piles, celles de Wollaston, de Becquerel, de Larive, de Daniel, de Hare, de Bère, de Grove, de Bunsen, qui sont capables des effets les plus énergiques, et qu'on trouve dans le commerce. C'est avec leur secours qu'on moule, pour ainsi dire, tous les métaux sur les objets qu'on veut reproduire par l'art auquel on a donné le nom de *galvanoplastie ;* c'est aussi avec leur aide que MM. Ruolz et Elkington ont produit les merveilles de la dorure et de l'argenture. Nous ne pouvons mieux faire que de renvoyer aux ouvrages spéciaux qui traitent de ces matières, au *Traité de galvanoplastie* de C. Walker, et aux *Éléments d'électro-chimie* de M. Becquerel, à qui on doit les travaux les plus beaux et les plus complets sur l'électricité.

167. Entonnoirs. — Les entonnoirs dont nous nous servons ne sont autres que la moitié supérieure des fioles à médecine. Nous avons indiqué (45) la manière de couper celles-ci pour faire les capsules à *fond plat ;* la partie supérieure de la fiole nous fournit un entonnoir.

Fig. 96.

Il faut choisir les fioles dont le col est droit et étroit : vous ferez des entonnoirs de différentes grandeurs ; les plus petits seront d'un usage plus fréquent. Ils se placent entre les mailles du petit support carré (321). Nous donnerons (186) la description des *entonnoirs-étuves* dans lesquels on peut filtrer à chaud.

168. Éprouvettes. — On donne ce nom à des vases destinés à recevoir les gaz ; nous avons indiqué, sous le nom de *flacon-éprouvette* (212), la construction d'un appareil très-convenable.

169. Étiquettes. — Les flacons qui doivent recevoir les produits du laboratoire doivent toujours être étiquetés avec soin, pour éviter les méprises auxquelles on s'exposerait sans cette précaution. Pour le plus grand nombre, on se contente d'inscrire sur un papier le nom de la substance, et de coller ce papier sur le vase. Il sera bon de préparer à l'avance du papier, dont une des faces sera enduite d'une légère couche de

gomme avec un pinceau ; il suffira de le mouiller pour l'appliquer sur le flacon.

On trouve chez les papetiers des étiquettes toutes préparées et gommées, destinées sans doute aux marchands : elles sont renfermées au nombre de cent au moins dans une petite boîte en carton. Il sera très-convenable de s'en procurer à un faible prix, et nous n'en employons maintenant jamais d'autres.

Pour les flacons qui contiennent des acides, on écrit sur le verre lui-même, avec une forte dissolution d'encre de Chine : celle-ci résiste bien aux vapeurs corrosives.

170. Fer. — Il faut avoir du fil de fer de différentes grosseurs : n° 25 pour faire les tiges des grands supports (320) ; n° 16 pour faire les petits supports isolés (321) ; et n° 2 pour une foule d'usages. Une lame de fer-blanc ou de tôle mince convient pour divers emplois. Le fil de fer recuit, c'est-à-dire chauffé au rouge, perd de sa raideur et de son élasticité.

Nous recommandons aussi l'emploi de fil de fer extrêmement fin, pour attacher les diverses parties d'appareils.

171. Évaporation. — Nous distinguons l'évaporation à l'air libre ou spontanée, et l'évaporation à l'aide de la chaleur.

L'*évaporation spontanée* est souvent employée pour obtenir de belles cristallisations (143). Le liquide à évaporer sera placé dans un vase large, une capsule en verre par exemple, et abandonné à l'action de l'air libre. Pour empêcher l'introduction de la poussière, le vase sera couvert d'un large cône en papier, ouvert à la partie supérieure. Nous avons vu que des gouttes salines déposées sur un disque de verre donnent en peu de temps, par l'évaporation spontanée, de belles cristallisations. Nous avons indiqué, à l'article *cristallisation*, divers moyens de hâter l'évaporation spontanée.

Évaporation à l'aide de la chaleur. — Cette évaporation, le plus souvent employée pour concentrer convenablement des dissolutions salines, de manière à en déterminer ensuite la cristallisation par le refroidissement, se fera toujours dans des capsules en verre, à l'aide de la lampe-veilleuse (57). La forme de nos capsules *rondes*, offrant une large surface, est très-avan-

tageuse; les vapeurs aqueuses se dégagent avec facilité, et la concentration s'opère sans qu'on soit obligé de déterminer l'ébullition du liquide; cette dernière condition est précieuse, parce que l'ébullition projette la matière au dehors, surtout quand le liquide atteint une consistance un peu sirupeuse.

172. *Évaporation à siccité.* — Souvent la dissolution saline doit être évaporée jusqu'à siccité ou parfaite dessiccation. A cet effet, évitez toujours de déterminer l'ébullition du liquide, et, par l'application continue de la chaleur, la dessiccation se fera d'elle-même, sans qu'il soit nécessaire de la surveiller. Si cependant on veut la hâter en chauffant plus fortement, il faut, quand le liquide est sirupeux, avoir le soin de remuer sans cesse avec une baguette de verre, tant pour faciliter l'évaporation que pour empêcher les petites explosions qui projetteraient la matière au dehors. Quand la substance est amenée à l'état solide, il faut souvent, pour en terminer la dessiccation, chauffer avec la lampe à alcool. S'il se forme des grumeaux solides, ayez le soin de les écraser avec un petit pilon ou tube de verre, de manière à réduire la substance en poudre fine. La matière sera parfaitement sèche, quand une lame de verre ou une glace placée au-dessus ne se ternira pas; il faut tenir ainsi celle-ci environ une minute, et ne la retirer que lorsqu'elle est chaude.

173. Filtration. — La filtration a pour but de séparer un liquide et une matière solide mélangés. A cet effet, on verse le mélange sur un papier plié en forme de cône nommé *filtre*, qu'on place dans un *entonnoir;* le filtre retient la matière solide ou le précipité, et laisse passer la liqueur claire et limpide, qu'on reçoit dans un récipient inférieur.

Les filtres sont faits avec du papier non collé; il convient de préférer le papier gris au papier blanc. On distingue les filtres *unis* et les filtres *à plis;* les premiers seront d'un usage plus fréquent.

174. Le filtre *uni* a la forme d'un cône : coupez une feuille de papier en carré; pliez-la deux fois sur elle-même de manière à amener les quatre coins les uns sur les autres; séparez un des

coins (*a*) des trois autres, et vous aurez une cavité en forme de cône irrégulier; si avant de faire cette séparation vous avez coupé le papier plié suivant la circonférence (*bc*) d'un cercle ayant (*o*) pour centre, vous aurez, en développant comme ci-dessus, un cône régulier ou le filtre uni.

Fig. 97.

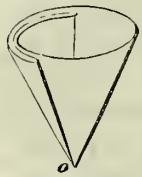


Fig. 98.

Si dans un filtre on veut laver un précipité, opération fréquente, il convient de bien appliquer les feuilles contre les parois de l'entonnoir, de manière à empêcher autant que possible que le liquide ne s'écoule entre le papier et le verre, et à le forcer à s'échapper par la pointe du filtre, après avoir traversé le précipité. Dans cette disposition, il faut faire le pli intérieur de manière à déterminer l'adhérence recommandée.

175. Si l'on a pour but seulement d'éclaircir la liqueur, c'est-à-dire d'en séparer les matières insolubles en suspension qui la troublent, il faut au contraire éloigner les parois du filtre de celles de l'entonnoir; mais il est préférable, dans ce cas, d'employer le filtre *à plis*, parce que la filtration est plus rapide. Pliez un carré de papier, comme il est dit ci-dessus, puis suivant la diagonale (*oa*), puis enfin rabattez (*ob*) sur (*oa*); coupez ensuite le filtre (*b*), de manière que (*ob*) = (*od*). Le papier se trouve ainsi partagé en huit faces de la forme (*odb*); chacune de ces faces doit être de nouveau pliée sur elle-même ou divisée en deux parties par un pli en sens inverse, mais toujours en partant du centre (*o*); ces plis doivent être fortement arrêtés par la pression de l'ongle, mais ne doivent pas se prolonger jusqu'au centre (*o*), parce qu'en ce point le papier serait considérablement affaibli par l'accumulation de tant de plis

Fig. 99.

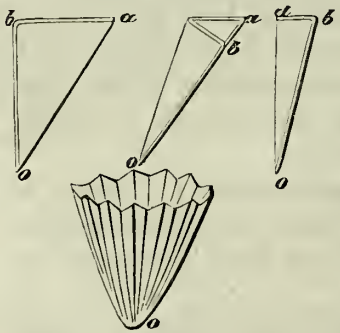


Fig. 100.

contraires. Cela fait, soufflez dans le filtre plié pour en séparer les feuillets; introduisez le doigt dans l'intérieur jusqu'au centre (*o*), que vous presserez dans le creux de la main pour lui donner de la rondeur, et vous aurez un cône divisé en parties égales, formant des angles alternativement rentrants et saillants. Il existe cependant deux angles saillants contigus, qu'il faudra diviser par un angle rentrant à l'aide d'un pli intermédiaire.

176. *Emplir le filtre.* — Pour verser un liquide dans un filtre, il faut observer quelques précautions : si l'on versait de haut, et tout d'un coup, le filtre pourrait se crever; il faut diriger le jet liquide sur les parois du filtre et jamais sur le fond. A cet effet, vous le ferez couler le long d'une baguette de verre, en appuyant légèrement celle-ci sur les parois du filtre. Ce mode de transvasement est si fréquemment employé dans nos manipulations, où nous nous servons de petits vases étroits, que nous recommandons expressément d'en acquérir l'habitude par des essais répétés avec de l'eau ordinaire. Si la baguette est préalablement mouillée, le liquide coulera plus facilement.

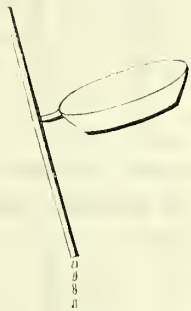


Fig. 101.

Quand on opère sur de petites quantités, il faut ne se servir que de très-petits filtres, afin qu'il y ait moins de liquide absorbé. Il est bon, dans ce cas, de l'humecter préalablement d'un peu d'eau distillée avec la *fiole à laver* (189). Les filtres doivent être plus profonds que larges : dans les premiers la filtration est plus rapide.

177. Si l'on veut recueillir le liquide seulement, il faut laver le filtre avec la *fiole à laver* (189), dont on promène adroitement le jet sur les parois et le précipité : ce lavage doit être continué jusqu'à ce que la liqueur passe insipide et claire, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il ne s'écoule plus que de l'eau pure. Ce lavage sera fait avec de l'eau ordinaire ou de l'eau distillée, suivant l'exigence de l'opération. Si l'on veut recueillir le

précipité seulement, il faut le séparer du liquide qui le mouille par des lavages successifs à l'eau ordinaire ou distillée, suivant la nature de l'opération. On peut les faire avec la bouteille à laver, comme il a été dit ci-dessus, mais il est plus commode d'employer la fiole à filtre.

Fig. 103. Fig. 102.

178. Fiole a laver les filtres. — La fiole à filtre (*fig.* 102 et 103), que nous avons imaginée, est d'un emploi précieux; elle fonctionne seule, et permet au chimiste de vaquer à toute autre opération pendant la filtration. C'est une fiole dans laquelle s'adapte fortement un bon bouchon légèrement conique, traversé par un tube ouvert aux deux bouts. Ce tube a 0^m10 à 0^m12 de long sur 0^m006 de diamètre intérieur au moins. Cette dernière dimension est de rigueur: plus petite elle empêcherait l'appareil de fonctionner. L'une des extrémités du tube s'engage dans le bouchon, de manière à l'affleurer seulement, après avoir traversé son épaisseur; à l'autre extrémité, et tout près de cette même extrémité, sont pratiquées, vis-à-vis l'une de l'autre, deux ouvertures circulaires (*a*) et (*b*), de 0^m004 de diamètre environ. Celles-ci se font à la lime ou mieux sur la meule; on peut encore les faire comme il est dit (315). Le tube étant préparé, enfoncez-le dans le bouchon, que vous adapterez fortement à la fiole préalablement remplie d'eau; renversez maintenant cette fiole sur le filtre plein d'eau, en ayant le soin d'immerger l'extrémité du tube de manière à faire plonger seulement les ouvertures (*a*) et (*b*) dans l'eau. Le niveau de celle-ci s'abaissant, les ouvertures (*a*) et (*b*) se dégagent peu à peu; lorsqu'elles sont entière-

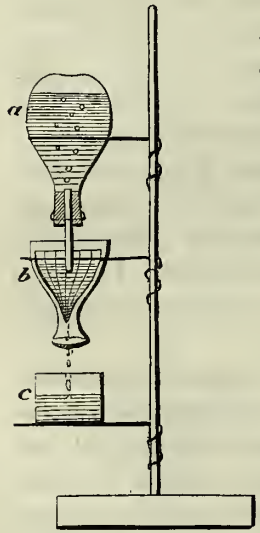


Fig. 104.

ment découvertes, l'air extérieur y pénètre, et s'élève bulle à bulle dans la fiole, qui verse en même temps de l'eau dans le filtre ; bientôt les ouvertures sont immergées, et l'écoulement cesse pour recommencer de nouveau quand les ouvertures sont découvertes par l'abaissement du liquide dans le filtre. Il peut être commode, avant de renverser sur le filtre la fiole pleine d'eau, d'adapter un petit bouchon à l'extrémité du tube injecteur, bouchon qu'on enlève délicatement avec une petite pince quand la fiole est convenablement placée. La figure 104 indique la disposition de l'appareil : la fiole (*a*) est soutenue par un support au-dessus du filtre (*b*), qui laisse tomber le liquide filtré dans le verre ou récipient (*c*). Il arrive quelquefois que la *fiole à filtre* s'amorce difficilement dans le commencement, surtout si le tube est un peu gras : il suffira de la secouer légèrement pour la faire fonctionner.

179. L'eau tombe verticalement, et soulève légèrement le précipité. Si l'on trouvait de l'inconvénient à cette agitation, on y remédierait facilement en fermant l'extrémité (*n*) du tube (*p*), soit au chalumeau, soit avec un petit disque de liége, et pratiquant deux à deux, au-dessus l'une de l'autre, quatre ouvertures circulaires. Cette opération se fait facilement en usant le verre contre l'arête circulaire de la meule mise en mouvement. Par les deux ouvertures supérieures (*a*), (*b*), l'air extérieur s'introduit dans la fiole, et par les deux inférieures (*v*), (*v'*), l'eau s'écoule dans le filtre suivant une direction horizontale (voy. *fig.* 105).

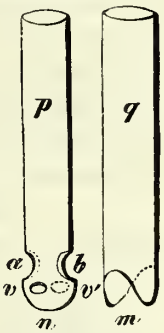


Fig. 105. Fig. 106.

On peut substituer aux tubes précédemment décrits un autre tube plus simple encore (*fig.* 106). L'extrémité (*m*) du tube (*q*) est façonnée en deux biseaux opposés, qui remplacent avantageusement les ouvertures circulaires : cette disposition s'obtient en usant sur la meule ou un grès le tube de verre. Celui-ci, dans ce cas, doit avoir $0^{m}008$ de diamètre intérieur ; les premiers tubes ont l'avantage d'être plus petits, et de permettre de laver de plus petits filtres.

L'idée première de ce mode de filtration continue appartient à Haüy : son appareil, qu'il a décrit dans le volume XLVI, p. 308, des *Annales de chimie et de physique*, ne diffère de celui que nous venons de décrire que par la dimension du tube, dont le diamètre doit être de 1 centimètre. C'est en nous servant de cet appareil que nous avons reconnu l'impossibilité de son emploi pour laver de très-petits filtres, et la nécessité de le modifier, en réduisant de moitié ce diamètre, et recherchant par l'expérience les conditions de construction nécessaires pour laisser à la fois passage à l'air qui pénètre dans la fiole et à l'eau qui s'en écoule. Haüy se félicitait de filtrer avec son appareil des volumes de 12 à 15 litres, tandis que notre but spécial n'est ici que de laver sans gêne et sans perte des précipités dans de très-petits filtres de 4 à 5 centimètres de diamètre seulement. Notre *fiole à laver* est une utile modification de l'appareil d'Haüy et qui doit en étendre le précieux emploi.

180. *Le filtre à flotteur* (*fig.* 107) est un appareil nouveau à l'aide

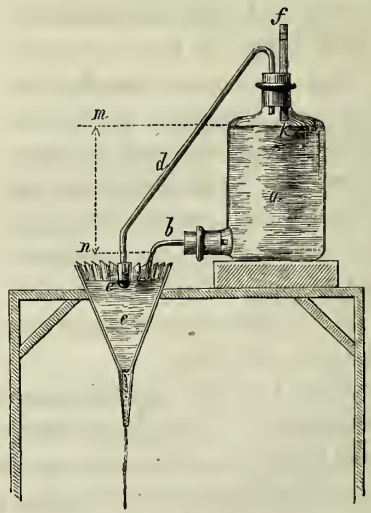


Fig. 107.

duquel on peut également filtrer d'une manière continue. Il est, comme les précédents, à jet intermittent, mais il a cet avantage

de n'être pas en communication directe avec le liquide du filtre, et de ne pas laisser craindre que des parcelles du précipité à laver ne remontent par agitation dans le récipient d'eau, et n'occasionnent une perte dans la pesée ultérieure du précipité lavé. L'inspection attentive de la figure indique, mieux que ne pourrait le faire une longue explication, la disposition et le jeu de l'appareil. L'eau du récipient (*a*) s'écoulera par le tube (*b*) dans le filtre (*c*), lorsque l'air pourra rentrer à la partie supérieure de (*a*) par le tube (*d*) ; si ce dernier est bouché, l'écoulement cesse par (*b*) ; s'il est débouché, l'écoulement reparaît ; or c'est le flotteur (*e*) qui remplit cette fonction alternative. Ce flotteur n'est autre qu'un petit tube de verre à mince paroi, aussi léger que possible, de 0^m015 de diamètre et 0^m025 de longueur, implanté dans un disque de liége de 0^m035 de diamètre et 0^m01 d'épaisseur ; dans ce tube on verse environ 4 grammes de mercure. La figure représente l'instant où le tube (*b*) jette un mince filet d'eau, parce que le tube (*d*) est découvert ; le niveau monte dans l'entonnoir, et bientôt le tube (*d*) touche le mercure ; à ce moment le mercure pénètre dans le tube (*d*), le ferme, et l'écoulement s'arrête. La filtration dégage de nouveau le tube (*d*) et l'écoulement reprend, pour cesser bientôt, et ainsi de suite. Le mercure s'élève dans le tube (*d*) à une hauteur qui fait équilibre à celle (*mn*) de l'eau dans le récipient, et qui est environ la quatorzième partie de celle de l'eau. Un bon bouchon (*f*) ferme exactement le tube (*k*) par lequel on remplit d'eau le flacon (*a*).

L'expérience nous a appris que le tube (*b*) devait avoir 0^m003 de diamètre intérieur, et le tube (*d*) 0^m004.

On remplace avantageusement le bouchon (*f*), qui peut mal fermer à la longue, par la fermeture hydraulique que représente la (*fig.* 108). Le tube (*k*) est surmonté du tube extérieur (*l*), dans lequel on verse un peu de mercure ; le tube (*o*) formant cloche, renversé sur le mercure, produit une fermeture hermétique.

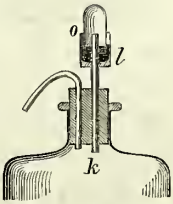


Fig. 108.

181. *Sécher les filtres.* — Le précipité bien lavé, ce dont on

s'assure, quand l'eau passe claire et limpide, est ordinairement répandu sur le filtre ; on le rassemble au fond en dirigeant latéralement et de haut, sur les parois, le jet de la fiole à laver (189). Quand il est bien égoutté, on retire le filtre de l'entonnoir et on l'étend délicatement sur le *séchoir*.

182. Le séchoir est une grande assiette creuse remplie de cendres tamisées, ou de plâtre fin, ou de chaux éteinte pulvérisée. Sur ces matières absorbantes sont étendues une ou deux feuilles de papier à filtre, et sur ces dernières sont placés les filtres qu'on développe avec soin et délicatesse. Quand la matière est aussi sèche que possible, ce que l'on reconnaît à ce qu'elle se détache facilement du papier, sans s'attacher à la spatule, on l'enlève avec soin avec ce dernier instrument, en grattant très-légèrement le papier, et on la dépose sur une capsule en verre, dans laquelle se termine la dessiccation à l'aide de la chaleur de la lampe-veilleuse (57). Il est nécessaire d'écraser la matière avec un petit pilon ou tube de verre fermé, pour faciliter la dessiccation. On reconnaît que celle-ci est terminée, quand une glace froide, maintenue quelque temps au-dessus de la matière, ne se ternit pas par le dépôt d'une légère couche d'humidité.

Fig. 109.

183. Quelquefois on dessèche la matière sur le filtre lui-même. Si on veut la sécher promptement, on étend le filtre sur une lame mince et bien propre, de cuivre, de zinc ou de fer, placée sur un support, et qu'on chauffe convenablement à la lampe-veilleuse (57). Il est généralement préférable de sécher à une douce chaleur : à cet effet, faites un cylindre en papier fort (*a*), ayant $0^{m}30$ de haut et $0^{m}10$ de diamètre, et dont la base sera entaillée de quatre petites ouvertures (*c*) ; ce cylindre, placé sur une lampe-veilleuse, supportera supérieurement un petit grillage carré (*b*) en fil de laiton, sur lequel sera développé le filtre. On conçoit que l'air extérieur, en s'introduisant par les ouver-

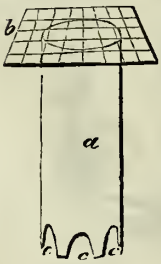


Fig. 110.

tures inférieures (*c*), s'échauffera au contact de la lampe, et séchera doucement le filtre en s'échappant par la partie supérieure. On peut avoir des cylindres semblables en zinc ou tôle et de différentes hauteurs.

184. — On peut aussi sécher le filtre et la matière de la manière la plus commode, en les étendant sur la plaque de tôle, qui fait partie de l'appareil décrit plus loin sous le nom de *support à glissement*.

185. L'appareil (*fig.* 111) sert à sécher les filtres, ou toute substance humide, à la température de 100°, par la seule action de la vapeur, condition quelquefois nécessaire à remplir. Une large fiole à fond plat (*a*) communique avec une fiole inférieure (*b*) à l'aide d'un tube central (*c*). La première fiole reçoit le filtre humide (*d*) et l'autre contient de l'eau qu'on chauffe jusqu'à l'ébullition à l'aide d'une lampe. Le petit tube latéral (*e*) laisse échapper le courant de vapeur, et l'autre tube (*l*), qu'on ferme par un petit bouchon, permet de remplir la fiole (*b*), sans disjoindre l'appareil. C'est un appareil aussi simple que commode.

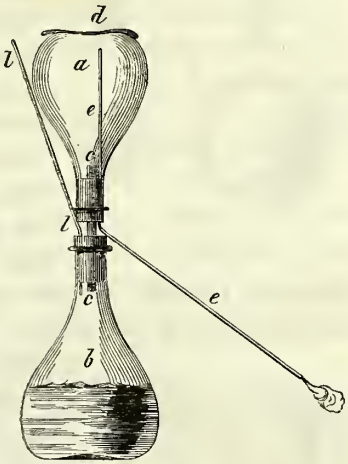


Fig. 111.

186. *Filtration à la chaleur.*—On peut avoir à filtrer des liquides sirupeux ou concentrés, dont il faut éviter le refroidissement qui les concrète. Les deux appareils ci-contre (*fig.* 112 et *fig.* 113), que nous appellerons *entonnoir-étuve*, remplissent bien ce but, en maintenant, pendant la filtration, la chaleur suffisante; ils sont fondés sur le principe du chauffage par circulation d'eau : le premier est le plus simple, l'autre est plus efficace.

L'entonnoir-étuve (*fig.* 112) est en zinc; il se compose de 3 enveloppes concentriques (*a*), (*b*) et (*c*), fermées de toute part,

laissant entre elles un vide de 0^m01 ; deux tubes (*d*), (*e*), de 0^m02 de diamètre, accolés, mettent la paroi intermédiaire (*b*) en communication avec une partie cylindrique (*f*), entièrement close, de 0^m10 de diamètre, mais dont la paroi inférieure est concave, pour mieux recevoir l'action de la lampe (*g*). Un petit godet (*h*) permet de remplir d'eau tout l'appareil, en laissant échapper l'air par le petit tube (*k*) ; un couvercle mobile (*l*) ferme l'entonnoir. L'enveloppe extérieure (*c*) ne sert qu'à empêcher le refroidissement. L'eau échauffée dans le cylindre (*f*), passe dans l'enveloppe (*a*) (*b*) par le tube (*d*), tandis que l'eau froide rentre par le tube (*e*) dans la partie (*f*), et la circulation s'établit. On peut ainsi obtenir une chaleur de 50° dans l'intérieur de l'entonnoir.

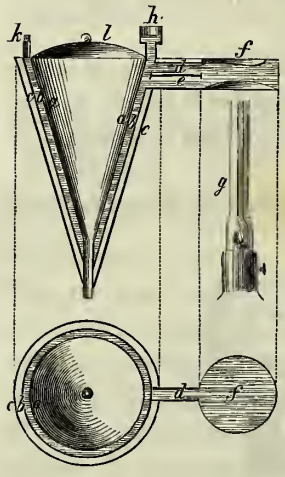


Fig. 112.

187. L'appareil (*fig.* 113) ne diffère guère du premier que par une autre forme donnée au récipient de chaleur (*f*). Ici c'est un tube intérieur et conique de 0^m03 à sa base et 0^m01 à son sommet, enveloppé d'un autre tube concentrique, et l'eau s'y échauffe très-facilement entre les deux. Le tout est enfermé dans une caisse en bois (*c*) montée sur quatre pieds. Il est entendu que la paroi supérieure de la caisse est découpée, puis recouverte, de manière à laisser introduire ou enlever l'appareil. Cet entonnoir ne contient que 200 grammes d'eau, qui, avec la seule flamme d'une bougie, s'échauffent à 50° en dix minutes.

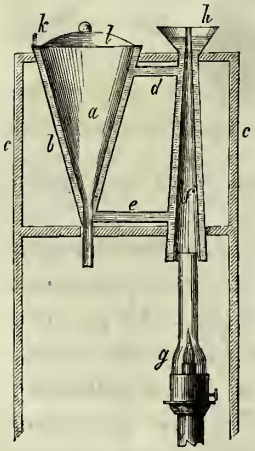


Fig. 113.

188. Fioles. — Les fioles, dites *à médecine*, sont pour notre laboratoire les instruments les plus précieux et les plus employés : avec elles nous faisons les capsules, les entonnoirs ; avec elles nous préparons tous les gaz : elles nous tiennent lieu de cornues, ballons, matras, flacons, vases, etc., et de tous ces appareils qu'exige la grande chimie, bons et utiles pour des recherches sans doute, mais dont peut se passer l'étudiant qui ne veut qu'apprendre.

Fig. 114.

Les fioles à médecine sont d'un verre dur et résistant : en raison de la faible épaisseur de leurs parois, elles vont impunément au feu. Il faut en avoir un grand assortiment de toutes dimensions, depuis 20 centilitres ou une once de capacité, jusqu'à un quart de litre, qui sont les plus grandes : on les choisira d'un verre net et clair, sans stries, œils, ni défaut quelconque. On les trouve chez tous les marchands de verre et de faïence.

On fait maintenant, pour les laboratoires, des fioles semblables en verre blanc, et dont le fond est tout à fait plat. Il faut faire en sorte de se les procurer, parce que les fioles à médecine ordinaires ont l'inconvénient d'avoir généralement un fond épais et déprimé, ce qui est peu avantageux.

Dans certaines expériences, il est nécessaire de dessécher parfaitement la fiole : à cet effet, chauffez-la avec précaution sur la lampe-veilleuse ; quand elle sera bien chaude, introduisez jusqu'au fond un long tube ouvert aux deux bouts, et dont l'extrémité extérieure s'engagera dans le bec d'un soufflet ; l'air, chassé avec violence, s'échappera en entraînant l'humidité intérieure.

Pour nettoyer les fioles, on les rince avec de l'eau et du sable, ou du plomb en grains. Pour enlever les matières solubles qui les salissent, les masses salines, on les remplit d'eau complétement, et on les renverse, en fermant momentanément le col avec l'index, dans un verre plein d'eau ; la substance se dissout et tombe dans le verre.

189. Fiole a laver. — Cet appareil donne un filet d'eau continu, plus ou moins gros, qui sert à laver les filtres et les

tubes. Son usage est de tous les instants. C'est une fiole choisie parmi les plus fortes, à goulot large, et fermée par un bon bouchon, traversé par deux tubes (*a*) et (*b*), de 0m002 au plus de diamètre intérieur. Le tube (*a*) doit affleurer la partie inférieure du bouchon et donner passage au jet liquide. L'autre (*b*), qui plonge jusqu'au fond du vase, donne accès à l'air extérieur. En renversant la fiole pleine d'eau, l'air pénètre par le tube (*b*), et l'eau s'écoule en jet continu par le tube (*a*). Le bouchon doit bien fermer. Vous aurez deux fioles semblables, l'une pleine d'eau ordinaire et l'autre pleine d'eau distillée. Il est quelquefois nécessaire de secouer la fiole pour l'amorcer. On pourrait substituer à la fiole une bouteille ordinaire, une carafe ou tout autre flacon.

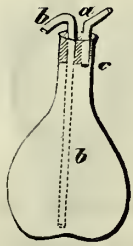


Fig. 115.

On peut remplacer le tube (*b*) par une simple rainure longitudinale faite dans le bouchon, mais cette disposition donne un jet liquide intermittent, et l'eau s'écoule aussi par la rainure.

190. Les tubes (*a*) et (*b*) se courbent sur la lampe à alcool (59). Comme ils sont petits, cette opération ne présente aucune difficulté. Il est bon de marquer sur le verre, par un trait à l'encre, ou à la craie, l'endroit précis à courber : le tube est maintenu horizontalement dans la partie supérieure de la flamme, qui est la plus chaude, et doit tourner continuellement entre les doigts pour être chauffé uniformément ; de temps en temps, faites un léger effort sur le verre, pour sentir s'il cède. Dès qu'il commence à se ramollir, déterminez-en la courbure, mais très-lentement, sans le sortir de la flamme ; si la courbure doit être un peu large, il faut chauffer à la fois la plus grande longueur possible de verre, en promenant horizontalement le tube dans la flamme et le tournant toujours. Ne cherchez pas à faire une longue courbure d'un seul coup, mais en courbant successivement les parties voisines qui doivent former la courbure totale.

191. On donne encore à cet appareil une forme plus simple :

c'est une fiole (*a*) dont le bouchon est traversé par un petit tube effilé (*b*); la fiole est à moitié remplie d'eau; on souffle fortement par le tube (*b*), et en renversant aussitôt la fiole, l'air comprimé chasse au dehors l'eau en un mince filet.

Fig. 116.

192. Fioles a acides. — Dans les opérations chimiques, on se sert très-souvent des acides sulfurique, nitrique et hydrochlorique. Ordinairement ces acides, très-corrosifs, sont renfermés dans des flacons en verre bouchés à l'émeri; mais ces derniers ont des inconvénients : d'abord le bouchon se détache quelquefois difficilement; souvent ensuite, dans le courant d'une opération, on est embarrassé de le placer, dans la crainte soit de le salir, soit de tacher et brûler le corps sur lequel il est posé. Ces inconvénients disparaissent dans l'usage des fioles que nous proposons; elles sont construites comme la fiole à laver (189). On conservera les diamètres prescrits des tubes (*a*) et (*b*). Cependant, pour l'acide sulfurique, le tube (*a*) aura près de $0^{m}003$ de diamètre; le tube (*b*) pourra être extérieurement fermé par une boule de cire qu'on percera avec une fine aiguille, de manière à offrir le moins de contact à l'air atmosphérique.

Le bouchon ne peut être en liége, parce qu'il serait promptement détruit; il sera en soufre. Voici le moyen de le faire: frottez d'huile intérieurement le goulot de la fiole, et introduisez jusqu'en (*c*) un petit disque de liége très-mince et destiné à maintenir seulement les deux tubes (*a*) et (*b*) déjà mis en place, puis versez du soufre fondu (426), de manière à remplir presque entièrement le goulot. Il faut éviter de noyer dans le soufre la petite cavité circulaire qui existe dans toutes les fioles à la partie supérieure du col. Le soufre refroidi se contracte et s'enlève assez facilement, si l'on a eu le soin de ne pas noyer la cavité circulaire ci-dessus. Il faut, avant d'ôter le bouchon, marquer un point de repère qui permette de le placer ensuite dans la même position, parce que les goulots ne sont pas bien ronds. Enlevez donc le bouchon, ôtez le petit liége,

replacez le bouchon et maintenez-le en appliquant supérieurement un peu de mastic mou (258).

Les fioles à acides ont l'avantage d'être, pour ainsi dire, à la fois ouvertes et fermées ; la petite goutte que la capillarité retient dans le tube injecteur (*a*) sert de bouchon, et l'autre tube se trouve également fermé par une couche d'air que l'acide dessèche promptement, mais qui ne peut se renouveler. On comprend ainsi comment ces fioles ne permettent pas aux acides d'absorber l'humidité de l'air atmosphérique. Nous devons dire cependant que la fiole à acide hydrochlorique, en vertu de la tension du gaz, laisse échapper un peu celui-ci ; mais ce dégagement est si faible qu'il rougit à peine le papier de tournesol, et d'ailleurs on pourrait fermer les tubes avec un brin de bois ou un peu de cire. On pourrait remplacer le bouchon de soufre par un bouchon en gutta-percha.

Ces fioles laissent couler les acides, soit d'un jet continu, soit goutte à goutte, à la volonté de l'opérateur, suivant l'inclinaison qu'on leur donne. Il faut graisser un peu l'extrémité extérieure du tube (*a*) pour empêcher la goutte acide de couler le long du verre.

On doit choisir les fioles parmi les plus fortes, les plus grosses et les mieux faites ; vous les étiquèterez en traçant sur le verre, avec de l'encre de Chine épaisse ou avec une encre faite de vernis et de noir de fumée, les lettres initiales (S.), (N.), (H. C.) des acides sulfurique, nitrique et hydrochlorique.

Il est superflu de dire que pour remplir d'acide la fiole vidée, il faut enlever la cire, puis le bouchon, verser l'acide et remettre le tout en place.

193. *Tubes-burettes* ou *gradués.* — Dans une foule d'opérations, il faut employer des quantités déterminées d'acide. Ces quantités se pèsent ordinairement sur la balance ; mais cette pesée est délicate, et altère promptement la balance, en raison de la volatilité et de la corrosiveté des acides. Nous préférons mesurer ceux-ci au volume : à cet effet, nous les versons avec la fiole dans des *tubes gradués,* dont les divisions représentent des grammes. Voici leur construction :

Choisissez quatre tubes de 0^m008 de diamètre intérieur et 0^m15 de long, et fermez-en proprement l'extrémité à la flamme de la lampe à alcool à double courant d'air ou avec le chalumeau (342). Si l'on éprouvait trop de difficulté dans cette opération, on pourrait les fermer avec un bouchon de soufre maintenu avec du mastic (192). Une des extrémités étant fermée, il faut élargir un peu l'autre et lui faire un bec, ce qui se pratique facilement en comprimant légèrement avec une tige en fer ou la pointe des ciseaux le verre ramolli dans la flamme de l'alcool. On élargit plus facilement le tube en introduisant dans l'extrémité ramollie un morceau de charbon taillé en cône. Chacun de ces tubes servira à prendre des quantités déterminées d'eau et des acides sulfurique, hydrochlorique et nitrique. Rien de plus simple que de les diviser. Supposons qu'il s'agisse d'abord du tube à acide sulfurique : commencez par graver sur le verre, près du col, la lettre S, initiale du nom, avec la pointe aiguë d'une pierre à fusil, ou bien tracez-la avec de l'encre de Chine ; placez le tube sur la balance ; prenez-en exactement la tare, et introduisez avec la fiole à acide un gramme d'acide sulfurique ; tracez avec la lime ou le silex le trait qui affleure la surface de l'acide dans le tube ; pesez un second gramme d'acide surajouté, tracez le nouveau trait, et ainsi de suite jusqu'à la partie supérieure du tube. On peut même, les deux premières divisions étant tracées, faire les autres avec le compas. On divisera de même les trois autres tubes, en ayant le soin de prendre de l'eau distillée pour l'eau. Pour que ces tubes ne tachent pas et ne se salissent pas, on les plante sur un morceau de bois qui leur sert de support, et, pour plus de facilité, on écrit sur le bois lui-même, au-dessous de chaque tube, la lettre initiale du liquide auquel il est destiné. Pour empêcher le bec du tube de laisser tomber à l'extérieur la goutte liquide, on l'enduit d'un peu de graisse.

Fig. 117.

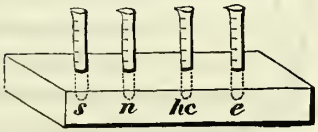


Fig. 118.

194. Il sera commode d'avoir un tube plus large, de 0^m01 au moins, dont la capacité totale contiendra un nombre exact de grammes d'eau ou de centimètres cubes, dix ou vingt. La division se fera, en pesant successivement des grammes d'eau distillée ; il sera bon d'opérer à une température peu élevée : on sait que le volume du centimètre cube est celui de 1 gramme d'eau distillée, à la température de + 4°.

Un tube en verre de 0^m10 de long sur 0^m 025 de diamètre intérieur, et dont l'une des extrémités est fermée par un disque de liége recouvert de mastic (258) mou, convient pour recevoir de petites quantités de gaz à examiner.

195. *Fioles graduées.* — Il sera bon également d'avoir une ou deux fioles de grandeur différente, dont la capacité totale sera divisée en centimètres cubes, de dix en dix.

196. Pipettes. — La pipette est aussi un instrument commode, dans certains cas, pour mesurer des volumes ou prendre de petites quantités de liquide. C'est un tube de 0^m005 de diamètre intérieur et de 0^m10 de longueur, effilé à son extrémité, En plongeant la pointe dans un liquide, et aspirant avec précaution à l'autre extrémité, le liquide s'élèvera peu à peu, et se maintiendra à une hauteur déterminée, en bouchant promptement avec l'index la partie supérieure. En soulevant l'index peu à peu, le liquide s'écoulera goutte à goutte, surtout en ayant le soin de tenir la pipette très-inclinée, presque horizontalement. Si la pipette est graduée, elle pourra servir à prendre des quantités déterminées de liquide : dans ce dernier cas, un petit anneau en platine entourant la pipette et pouvant glisser à frottement dans le sens de la longueur, placé à la division correspondant à un volume voulu, sera d'un usage commode. Nous recommandons, quand on veut prendre avec la pipette des liquides corrosifs, acides ou alcalins, de plonger l'extrémité effilée fort avant dans la liqueur, et de n'aspirer qu'avec précaution.

Fig. 119.

Pour effiler la pipette, il faut saisir le tube par les deux extrémités, et le plonger horizontalement dans la flamme de l'al-

cool, en le tournant sans cesse entre les doigts. Attendez qu'il soit fortement ramolli ; quand la pression de la main aura fait sentir cet état, ôtez-le de la flamme et tirez-le dans le sens de la longueur, en appuyant les bras sur la table ; il ne faut jamais étirer dans la flamme elle-même. Tirez rapidement, le tube s'allongera en fil délié, qui peut être aussi fin qu'un cheveu ; tirez légèrement et avec précaution, le tube offrira seulement, dans une petite longueur, une diminution de diamètre, ce qui convient pour la pipette. On conçoit qu'en prenant un tube de longueur convenable, on fera à la fois deux pipettes, en le cassant au milieu de la partie étirée : l'extrémité effilée devra être passée légèrement dans la flamme de l'alcool, pour lui donner plus de solidité.

197. Fiole a filtre. *Voyez* (178).

198. Flacon-éprouvette. — Appareil pour recueillir les gaz (212).

199. Flamme. — Nature et propriétés (80) ; coloration des flammes par certains corps, avec ou sans flux (130).

200. Flux. — Les flux sont des réactifs souvent employés dans les essais au chalumeau. *Voyez* leur emploi et leur action sur les corps (131).

201. Forge ou Chalumeau a soufflet. *Voyez* (93) sa description, sa construction et son usage.

202. Fusion. *Voyez* (127) les précautions à prendre pour opérer la fusion des corps. Les sels éprouvent tantôt la fusion aqueuse (127), et tantôt la fusion ignée (127). C'est par la fusion qu'on obtient la cristallisation (146) de certaines substances.

203. Il peut être utile de déterminer la température à laquelle commence la fusion, ou bien la décomposition d'un corps :

L'appareil (*fig.* 120) remplit ce but: un tube fermé (*a*) de $0^m,03$ de diamètre, porté par un anneau glissant sur la tige (*b*) contient de l'huile, qu'on chauffe convenablement à l'aide de la lampe placée en dessous. Un thermomètre (*c*) indique la température du bain. On souffle une boule à l'extrémité du petit tube (*d*) (*fig.* 121), on y introduit la matière à liquéfier ou à décomposer, et non

loin de la boule, on effile très-finement à la lampe ce même tube, sans le fermer (*e*) (*fig.* 122). Ce dernier tube ainsi préparé est in-

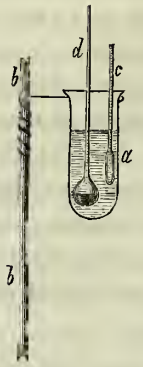


Fig. 120.

Fig. 121.

Fig. 122.

troduit avec précaution dans le bain d'huile (*a*), et bientôt l'on voit la matière fondre ou dégager des vapeurs qui s'échappent par l'extrémité effilée. C'est à l'aide de ce simple appareil que j'ai déterminé le degré de fusion de mainte substance.

204. Gaz. — L'appareil propre à recueillir et à étudier les gaz, que nous nommerons *appareil hydro-pneumatique,* est représenté avec toutes ses parties dans les figures suivantes (215). Il est entièrement nouveau, et nous semble avoir une foule d'avantages. La construction en est simple, et la manipulation devient à la fois facile et économique. Ces deux conditions, que nous nous sommes toujours imposées, sont ici surtout convenables, parce que la préparation des gaz est la première manipulation qui s'offre à l'étudiant encore inexpérimenté et peu habile.

205. *Produire* ou *préparer les gaz.* — Nous nous servons de fioles de différentes grandeurs, depuis 30 centilitres jusqu'à un décilitre de capacité. Nous aurons le soin, dans la préparation de chaque gaz en particulier, d'indiquer la capacité de la fiole à choisir, pour ne pas employer sans nécessité des fioles trop grandes, qui mêlent au gaz une trop grande quantité d'air qu'il faut ensuite expulser. Vous choisirez les fioles sans taches

ni gerçures, à ventre large et arrondi, et à fond peu épais. On fait maintenant, pour les laboratoires, des fioles à fond mince et tout à fait plat, bien préférables aux fioles à médecine, qui ont un fond très-épais et rentré intérieurement. Les parois doivent être aussi minces que possible. C'est dans ces fioles que sont introduites les matières convenables pour produire les gaz : il faut toujours avoir le soin d'essuyer intérieurement le goulot, pour que l'humidité ne retienne pas des portions de substance qui échapperaient à la réaction. A la fiole (*a*), contenant les matières, s'adapte le tube conducteur du gaz (*b*), à l'aide d'un bon bouchon façonné à la lime plate : ce dernier doit être long et un peu conique pour pouvoir fermer des fioles de diverses grandeurs. S'il est bien préparé, il doit fermer exactement, sans qu'il soit nécessaire de le luter. Le lut est une substance molle, de composition variable, avec laquelle on enduit extérieurement les bouchons pour empêcher les pertes de gaz et fermer toute issue : nous ne nous en servirons jamais, parce que nous supposons que les bouchons sont préparés avec grand soin, et que nous savons qu'ils peuvent ainsi fermer hermétiquement. Nous dirons que, pour enfoncer le bouchon, il ne faut pas le presser fortement contre le goulot, qui pourrait se briser, mais le pousser en le tournant sur lui-même.

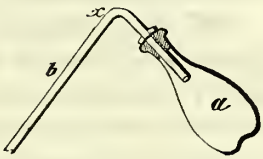


Fig. 123.

206. Le tube conducteur des gaz (*b*) a 0^m004 de diamètre intérieur et 0^m40 de longueur ; il doit être en verre épais et résistant. Il est courbé en (*x*) à une petite distance de son extrémité. Or, cette courbure, qui se fait à la flamme de l'alcool, doit être plus ou moins forte, suivant l'inclinaison qu'il est nécessaire de donner à la fiole. Ainsi, dans les cas ordinaires, la fiole est inclinée environ à 45° ; mais dans quelques cas, où il est nécessaire de chauffer fortement à la flamme de l'alcool, il faut disposer la

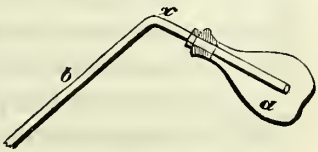


Fig. 124.

fiole horizontalement, de manière que la flamme ne lèche que le ventre, qui est la partie la plus mince et la plus capable de résister à l'action de la chaleur. Dans ce dernier cas, il sera nécessaire que l'extrémité du tube conducteur s'avance beaucoup dans l'intérieur de la fiole, afin que si une goutte de liquide se condensait sur ce tube, elle retombât sur la matière elle-même, et non point sur les parois du verre qu'elle briserait infailliblement. Il sera donc nécessaire d'avoir plusieurs de ces tubes, à courbures diverses, pour pouvoir donner à la fiole la position ou inclinaison convenable.

207. Nous donnons au tube conducteur une grande longueur, afin d'avoir le temps de prévenir l'*absorption*. On dit qu'il y a absorption, lorsque l'eau, dans laquelle plonge ordinairement le tube conducteur, monte dans celui-ci et se jette dans la fiole, qu'elle casse le plus souvent. Cet effet est dû, soit à un refroidissement survenu dans l'intérieur de la fiole, soit à la solubilité du gaz qui se dégage, soit enfin à la formation de vapeurs aqueuses qui se condensent. Dans un long tube conducteur on voit, dans le cas d'absorption, l'eau monter peu à peu, et en débouchant promptement la fiole, on peut en empêcher la rupture.

208. *Tubes de sûreté*. — Nous donnons un moyen bien plus simple et plus efficace d'éviter les effets de l'absorption : pratiquez en (*y*) près de la courbure, sur le tube conducteur, un trou de la grosseur d'une forte épingle, et maintenez-le bouché avec un brin de bois ou un peu de mastic pendant le dégagement du gaz. L'absorption est-elle imminente, et malgré vos efforts l'eau s'élève-t-elle toujours dans le tube conducteur, débouchez le petit trou, et l'eau retombera aussitôt. Ce petit trou, fait à la meule ou à la lime, affaiblit le tube; il est préférable de le pratiquer comme il est dit (315).

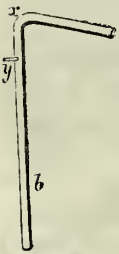


Fig. 125.

On pourrait encore diviser le tube (*b*) en deux parties, qui seraient réunies, à l'aide d'excellents bouchons, à un gros tube de 0^m01 de diamètre au moins et de 0^m10 de longueur. Il est

bien entendu que dans l'appareil monté, ce tube supplémentaire devrait être placé au-dessus du tube (*c*) du flacon-éprouvette, dans lequel il ne pourrait d'ailleurs pas entrer. On conçoit maintenant que, dans le cas d'une absorption qu'on ne pourrait maîtriser, le liquide s'introduirait dans ce tube intermédiaire, et mettrait assez de temps pour le remplir, avant d'entrer dans la fiole (*a*), pour qu'il fût possible d'enlever promptement cette dernière.

209. La disposition de la figure 126 montre un appareil de sûreté parfaitement propre à empêcher toute absorption. Le

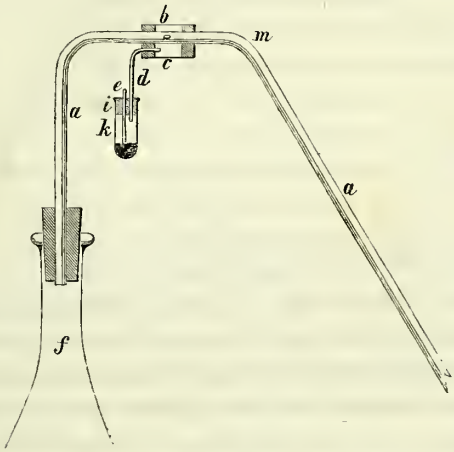


Fig. 126.

tube adducteur (*a*) est percé en (*b*) d'un petit trou circulaire : à ce point on introduit et l'on fixe à l'aide de bouchons le tube annulaire (*c*) ; dans un des bouchons pénètre le petit tube (*d*) de 0^m004 de diamètre extérieur. Ce dernier pénètre avec un autre tube semblable (*e*) dans un bouchon (*i*) fermant hermétiquement le tube (*k*), de 0^m012 de diamètre extérieur; dans ce dernier on a versé une très-petite quantité de mercure, et le tube (*e*) plonge à peine dans ce métal. Lorsque le gaz se dégage de la fiole (*f*), et s'engage dans le tube (*a*), il passe par l'ouverture (*b*), pénètre dans (*k*) et fait monter le mercure

dans (*e*), qu'il ferme. Si un refroidissement se produit dans la fiole (*f*), l'eau monte bien dans le tube (*a*) et menace d'une absorption, mais en même temps l'air pénètre par (*e*), et rentre par

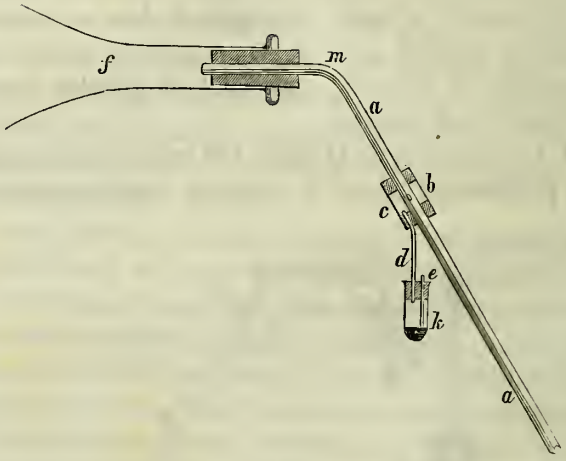


Fig. 127.

l'ouverture (*b*) dans le tube (*a*), puis la fiole (*f*) et empêche toute absorption. Il faut que la longueur du tube (*a*) depuis le premier coude (*m*) jusqu'au niveau de l'eau du flacon-éprouvette soit au moins quatorze fois plus grande que la longueur du tube (*e*), autrement dit la colonne de mercure dans (*e*) doit faire équilibre à celle de l'eau qui s'engage et monte dans le tube (*a*).

La figure 127 indique une autre disposition de cet appareil.

210. Nous chauffons les fioles soit avec la lampe-veilleuse (57), soit avec la lampe à alcool (59). Nous ferons à ce sujet une recommandation très-importante. Il faut appliquer d'abord très-modérément la chaleur ; un feu brusque peut faire casser la fiole, ou déterminer un dégagement gazeux assez violent pour repousser le bouchon et déterminer une explosion. La chaleur doit être légère et ménagée, de manière à produire un dégagement lent et régulier. L'opération marchera bien s'il se dégage une bulle de gaz environ par demi-seconde. Les commençants sont pres-

sés, impatients, et c'est parce qu'ils chauffent trop fort et trop vite, que le plus souvent leurs opérations ne réussissent pas. Chauffez donc toujours très-modérément ; cela est bien facile avec notre support, qui permet d'approcher ou d'éloigner la lampe à volonté.

211. *Recueillir les gaz sous l'eau.* — Les gaz se recueillent sous l'eau, ou sous le mercure, s'ils sont solubles dans le premier liquide. Dans quelques cas particuliers, on peut les recueillir dans l'air lui-même. Nous examinerons successivement ces différents modes d'opérer ; commençons par la description de l'appareil propre à recueillir les gaz sous l'eau.

L'appareil propre à recueillir les gaz sous l'eau se présente tout monté avec ses différents appendices, et en perspective dans la figure 132. Il se compose de diverses parties, savoir : une assiette ordinaire, un verre à boire ordinaire, une planchette et un flacon-éprouvette. Disons quelque mots de ces objets.

L'*assiette* (*a*) doit être très-creuse ; une largeur de 0^m12 à 0^m15 sera suffisante, elle sera d'une poterie blanche et commune, on peut la remplacer par un petit saladier.

Fig. 128.

Le verre(*v*) est des plus communs. La largeur sera de 0^m07 et on le coupera à une hauteur telle que sa profondeur ait 0^m025, et en ayant le soin d'user ses bords sur la pierre (*fig.* 129.).

Fig. 129.

La *planchette* (*q*) est en chêne de 0^m01 d'épaisseur ; elle doit avoir la longueur du fond de l'assiette, sans cependant en occuper toute la largeur; la figure 130 indique sa forme ; elle est traversée par quatre long clous en fer (*r*) : c'est entre ces tiges qu'est maintenu le flacon-éprouvette dont nous allons parler. Elle devra être couverte d'une double couche de peinture à l'huile, surtout pour préserver les brochettes de la rouille.

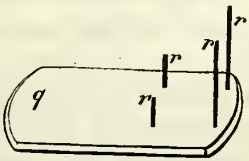


Fig. 130.

212. Le *flacon-éprouvette* (*fig.* 131) est celui dans lequel on recueille les gaz. Sa capacité doit être de 150 centimètres cubes.

Il aura par conséquent 0m06 de diamètre sur 0m08 de haut, sans compter le col : cette dimension devra être observée autant que possible, parce que la quantité de matières composantes que nous indiquerons plus tard, pour la préparation de chaque gaz, a été calculée de manière à produire une quantité de gaz capable de remplir seulement le flacon; ce volume gazeux est plus que suffisant pour en étudier les propriétés. L'ouverture du flacon est fermée et mastiquée bien hermétiquement, ne laissant passage qu'à deux tubes ouverts, l'un droit (*c*), l'autre à courbures (*d*). Le tube droit (*c*) est fort et épais, et a 0m007 de diamètre intérieur ; il est incliné autant que possible, et ne touche pas le fond du flacon, dont le sépare une distance de 0m01 environ. Quant à sa longueur, il doit s'élever un peu au-dessus du tube (*d*) (*d''*). L'autre tube (*d*), également fort et épais, n'a que 0m002 de diamètre intérieur : une de ses extrémités affleure bien exactement la surface inférieure (*mm'*) du bouchon, et l'autre se recourbe un peu ; la tige (*dd'*) doit être telle que, placée dans le verre posé près du flacon, la partie inférieure (*d'*) touche le fond du verre. La longueur (*dd''*) sera seulement suffisante pour que la paroi du verre s'insinue facilement entre le flacon et la tige (*dd'*) ; enfin la tige verticale (*d''*) ne doit pas être plus grande que la hauteur du col du flacon. Ces dispositions seront bien comprises par l'inspection attentive de la figure : toutes ces courbures se feront facilement (190) à la flamme de la lampe à alcool.

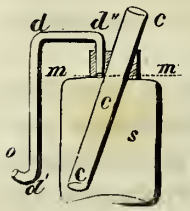


Fig. 131.

Il importe essentiellement que le flacon soit hermétiquement fermé, ce dont on s'assurera en fermant avec un peu de cire molle l'ouverture (*o*), et versant de l'eau par le tube (*c*), de manière à le remplir complétement. Si la colonne liquide ne descend pas, le flacon est bien fermé. La colonne pourra descendre de 0m01 à 0m02 d'abord, à cause du retrait par refroidissement de l'air dilaté primitivement par la chaleur, mais cet effet sera de peu de durée. Si la colonne descendait tout à fait, le bouchon perdrait, et il faudrait le mastiquer de nouveau.

On concevra facilement le jeu de ce flacon. Remplissez-le d'eau par le tube (*c*), et au moyen d'un tube délié engagé dans le tube (*c*), et plongeant jusqu'au fond du flacon, soufflez de l'air avec la bouche, cet air gagnera la partie supérieure du flacon et sortira par le tube (*dv*) ; mais fermez celui-ci avec le doigt ou de la cire ; soufflez de nouveau, et l'air introduit restera dans le flacon, en prenant la place de l'eau qui s'échappera et se déversera par la partie supérieure du tube (*c*).

213. Disposez maintenant les diverses parties décrites ci-dessus de manière à construire l'appareil complet. Mettez la planchette (*q*) dans l'assiette (*p*) ; placez le verre (*v*) plein d'eau sur la planchette, et posez le flacon-éprouvette (*s*), également rempli d'eau, entre les tiges métalliques de ladite planchette, entre lesquelles il doit entrer à frottement : ainsi disposé, tout le système est parfaitement solide.

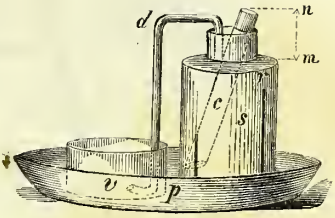


Fig. 132.

214. On peut remplacer le flacon-éprouvette par une fiole (*s*) de 200 centimètres cubes de capacité environ, ou 0^m08 de diamètre (*fig.* 133), dont on coupe le col ; dans celui-ci on fixe avec un bouchon et de la cire à cacheter le tube droit (*c*) de 0^m006 de diamètre, et le tube courbe (*d*) de 0^m002 de diamètre. Le verre à boire (*v*) a 0^m07 de diamètre sur 0^m08 de hauteur environ. Le tube adducteur du gaz doit avoir 0^m002 de diamètre intérieur.

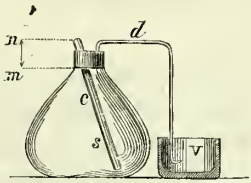


Fig. 133.

Pour que le flacon (*s*) puisse se vider complétement de gaz par l'addition d'eau dans le tube (*c*), il faut que la hauteur de la paroi interne du verre (*v*) soit un peu moindre que la distance (*mn*) entre le dessous du bouchon et la partie supérieure du tube (*c*).

215. Nous allons dire maintenant les diverses précautions à

prendre pour recueillir les gaz dans notre appareil hydro-pneumatique.

Disposez d'abord celui-ci comme il est dit (213). Cela fait, remplissez complétement d'eau une fiole (*a'*) de capacité double de

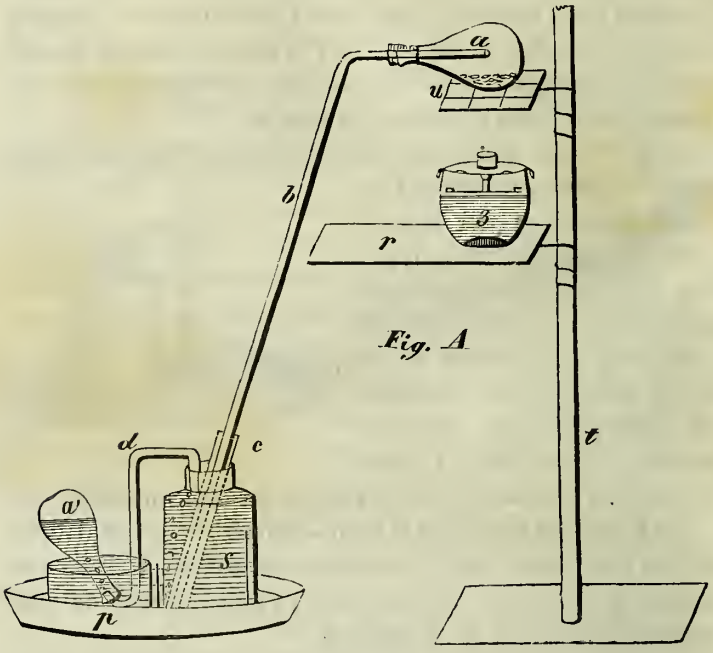


Fig. 134.

celle (*a*) choisie pour produire les gaz (*fig.* 135) (*u*) ; fermez l'ouverture, en y appliquant un petit disque de papier à filtre (*u*), qui adhérera aussitôt à la surface de l'eau ainsi qu'au col de la fiole, en produisant une fermeture complète. On pourrait remplacer le disque de papier par l'index, mais ici l'espace manque un peu pour cette manœuvre, et le papier suffit parfaitement; renversez-la ainsi bouchée et le col en bas, dans le verre plein d'eau (*v*) (*fig.* 134); retirez le papier et introduisez dans le goulot l'extrémité (*o*) du tube (*do*). Choisissez une fiole (*a*) de la grandeur convenable ; introduisez avec précaution les matières propres à faire le

Fig. 135.

gaz; adaptez fortement et promptement le bouchon dans lequel est préalablement fixé le tube conducteur (*b*) simple ou de sûreté (208), et introduisez promptement celui-ci dans le tube (*c*) du flacon-éprouvette (*s*), en ayant le soin qu'il plonge jusqu'au

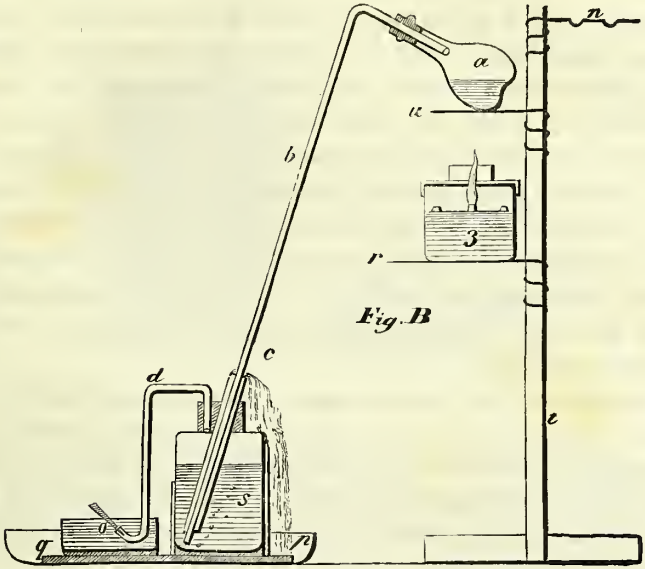


Fig. 136.

fond du flacon; au reste, cela aura lieu nécessairement, car la fiole (*a*) n'est pas soutenue et reste suspendue. Il sera bon d'en approcher le grand support (*t*), et de la soutenir légèrement par un support carré (*u*). Le dégagement du gaz se fera à froid, ou à l'aide de la chaleur : dans ce dernier cas, allumez la lampe-veilleuse ou à alcool, suivant la nécessité, et placez-la sur le support rectangulaire (*r*). Nous répétons ici les recommandations faites (210); il est nécessaire que le dégagement gazeux se fasse très-lentement dans le commencement de l'opération. Toutes les dispositions précédentes sont représentées dans les deux figures ci-contre, dont l'une est en perspective et l'autre en coupe.

Le gaz qui se forme peu à peu traverse le tube (*b*), s'élève

bulle à bulle dans le flacon (*s*), passe par le tube (*d*) et se rend dans la fiole (*a'*). Ce gaz est d'abord très-impur et mélangé de tout l'air contenu primitivement dans l'appareil et qui passe avec lui. Les premières portions doivent être rejetées; nous jugerons que le gaz se dégage pur, et que par conséquent tout l'air a passé dans la fiole (*a'*), quand celle-ci sera vidée d'eau ou pleine de gaz impur. C'est pour en être certain que nous avons choisi la fiole (*a'*) d'une capacité double de celle (*a*). La fiole (*a'*) sera alors enlevée immédiatement; et une allumette (*m*) taillée en pointe fermera exactement l'ouverture (*o*); le gaz, qui se dégage toujours, ne trouvant plus de passage par le tube (*d*), s'élève dans la partie supérieure du flacon, en chassant l'eau à l'extérieur par l'extrémité du tube (*c*) et le remplit peu à peu L'eau qui se déverse coule le long du flacon (*s*), et tombe dans l'assiette (*p*).

Le flacon (*s*) étant plein de gaz, ce qu'on voit, soit par le niveau intérieur de l'eau, soit parce que les bulles gazeuses se dégagent par le tube (*c*), enlevez rapidement la fiole (*a*) avec son tube (*b*), et suspendez-la sur le support en crochet (*n*). Il ne faudrait pas la placer encore chaude sur un corps froid, parce qu'elle pourrait se briser.

Le flacon rempli de gaz ne peut le laisser perdre, et le conserve aussi longtemps qu'il est nécessaire. En effet, la couche d'eau qui est dans le fond bouche l'extrémité du tube (*b*), et une gouttelette d'eau qu'on aura le soin de conserver dans la courbure du tube (*d*) fermera complétement celui-ci.

216. Si l'on veut chauffer à l'aide de la lampe sinombre (*fig.* 137), faut employer le support à *glissement*, que nous avons décrit. Dans le tube (*g*) on introduit le support en fil de fer (*k*), contourné en anneaux, dont l'ouverture est garnie d'un grillage en fil de fer très-fin et à mailles-très larges (*fig*); dans cet appareil le flacon-éprouvette est une fiole (*l*), et le récipient (*m*) est un large saladier. Le grand avantage de cette disposition est qu'on n'est plus obligé de faire manœuvrer la lampe veilleuse pour modérer la chaleur, et qu'il suffit de faire mouvoir la mèche de la lampe sinombre. L'appareil offre aussi plus de stabilité.

Nous dirons plus loin (222) le moyen de vider du flacon une portion ou la totalité du gaz, pour en étudier les propriétés.

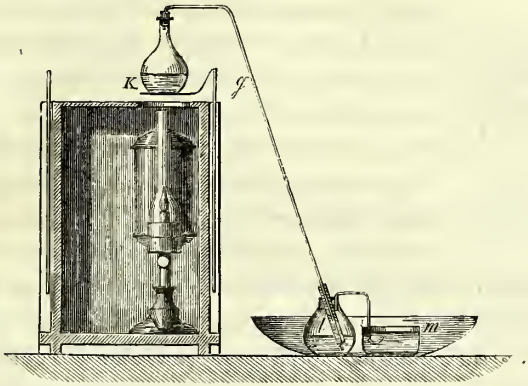


Fig. 137.

216 *bis. Recueillir les gaz sous le mercure.* — L'appareil hydro-pneumatique que nous venons de décrire convient très-bien pour préparer les gaz qu'il faut, en raison de leur solubilité dans l'eau, recueillir sous le mercure ; indépendamment de la facilité de la manipulation, qui est difficile et quelquefois dangereuse dans les cuves pneumatiques ordinaires à mercure, nous devons signaler l'avantage de l'économie. Un kilogramme et demi ou deux kilogrammes de mercure sont suffisants pour recueillir et étudier facilement tous les gaz solubles dans l'eau, si on observe les dimensions que nous proposons, et qui permettent de recueillir 100 centimètres cubes de gaz, quantité bien suffisante pour l'étude.

217. L'appareil pneumatique à mercure ne diffère de celui destiné à l'eau, que nous venons de décrire, que par la forme, ou plutôt par la modification apportée au flacon-éprouvette. Dans celui-ci, comme nous l'avons vu, le gaz qui se dégage supporte la pression de la colonne d'eau qui s'échappe par l'orifice supérieur du tube (*c*) ; cette pression serait trop forte de la part d'une colonne de mercure semblable ; il faut nécessairement la supprimer. A cet effet, on adapte au flacon-éprou-

vette ordinaire un siphon (*l*), à branches égales (*i*) et (*k*). Ce siphon se fait avec un tube de 0^m003 à 0^m004 de diamètre intérieur, et recourbé deux fois sur lui-même à angle droit. Les deux extrémités (*i*) et (*k*) doivent être sur la même ligne horizontale, et un peu au-dessus de l'ouverture inférieure du tube (*c*); l'extrémité (*i*) doit être légèrement recourbée. Par cette disposition, en introduisant le gaz par le tube (*c*) dans l'éprouvette pleine de mercure, et en bouchant préalablement avec un peu de cire l'extrémité du tube (*d*), le mercure s'échappera au fur et à mesure de l'introduction du gaz, non par le tube (*c*), mais par l'orifice (*i*) du siphon, goutte à goutte, et sans aucune pression intérieure.

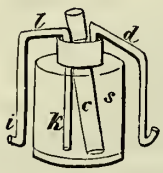


Fig. 138.

On pourrait également adapter cette modification au *flacon-éprouvette* pour l'eau, mais elle ne nous semble pas nécessaire, et compliquerait la construction sans grande utilité.

Le flacon-éprouvette à mercure contient environ 100 centimètres cubes de gaz; il faut à peu près 1260 grammes de mercure pour le remplir complétement. Sa hauteur totale est de 0^m08 sans le col, et sa largeur au ventre est de 0^m05. Son col doit être large, puisqu'il doit contenir trois tubes, qu'on fixera, comme il a été dit précédemment, dans un bouchon de soufre. Le tube droit (*c*) doit avoir un peu plus de 0^m01 de diamètre intérieur, dimension indispensable, et doit s'élever de 0^m10 environ au-dessus de l'orifice du flacon.

Fig. 139.

Le tube conducteur du gaz, qu'on introduit dans le tube (*c*), doit être recourbé à son extrémité, afin que celle-ci se dégage bien en dehors du tube (*c*), comme l'indique la figure 138. Sans cette précaution indispensable, le gaz, au lieu de se dégager dans le flacon, sortirait par le tube (*c*).

Au reste, à peu de chose près, l'appareil pneumatique à mercure se dispose comme celui de l'eau; le flacon, le verre et la planchette se placent dans l'assiette. C'est le tube (*d*) qui doit

plonger dans le verre. L'assiette ne se pose pas sur la table, mais dans une grande boîte en bois, de forme rectangulaire, de 0^m4 de long sur 0^m3 de large, à bords peu élevés, de 0^m05 environ, et doublée intérieurement de papier collé. Cette boîte (*fig.* 140) est indispensable quand on opère sur le mercure, pour recueillir les portions de métal qui s'échappent toujours dans le courant de l'opération.

Fig. 140.

Les diverses parties de l'appareil étant en place, versez dans le verre assez de mercure pour recouvrir seulement d'un centimètre environ l'extrémité du tube (*d*) ; versez par le tube (*c*) du mercure dans le flacon-éprouvette (*s*) : quand celui-ci sera plein, le mercure jaillira un peu par l'extrémité (*i*) du siphon, mais cet écoulement s'arrêtera bientôt. Il continuerait de manière à vider complétement le flacon, si l'orifice du tube (*d*) était découvert. Introduisez maintenant dans le tube (*c*) le tube conducteur du gaz, et chaque bulle introduite dans le flacon chassera un globule de mercure par l'orifice (*i*) du tube-siphon. Vous prendrez, pour opérer ce dégagement, toutes les précautions prescrites précédemment. Quand le flacon sera plein de gaz, vous retirerez promptement la fiole avec le tube conducteur. Par les raisons expliquées précédemment, le flacon-éprouvette renferme le gaz sans le perdre, parce qu'il est fermé hermétiquement.

Pour vider du flacon portion ou totalité du gaz, et le faire passer dans un autre récipient, recueillez le mercure qui est répandu dans l'assiette ; remplissez-en à moitié le verre à boire ; renversez sur l'extrémité du tube (*d*) une fiole ou un tube plein de mercure ; bouchez avec un peu de cire ou une allumette l'orifice (*i*) du siphon, et versez dans le tube (*c*) du mercure, qui fera passer dans la fiole ou le tube une partie du gaz contenu dans le flacon.

Il faut avoir le soin, dans toutes ces opérations, de se servir de mercure parfaitement privé de toute humidité. Voyez (259) la manière de le nettoyer.

218. *Recueillir les gaz dans l'air ou à sec.* — On recueille facilement dans l'air et à sec, par conséquent sans l'intermédiaire de l'eau ou du mercure, les gaz plus lourds ou plus légers que l'air.

219. L'appareil (*fig.* 141), permet de recueillir à sec les gaz plus légers que l'air, comme l'ammoniaque. Le gaz se forme dans la fiole (*a*), traverse le tube (*b*), courbé comme on le voit dans la figure, et se rend dans la fiole (*a'*) pleine d'air, et placée dans un verre ; il gagne la partie supérieure et la remplit peu à peu, en déplaçant l'air, qui, plus lourd que lui, s'écoule par la partie inférieure. La fiole sera pleine quand un papier rouge de tournesol, placé dans le goulot, deviendra bleu par l'action de l'ammoniaque.

220. L'appareil suivant (*fig.* 142), permet de recueillir à sec

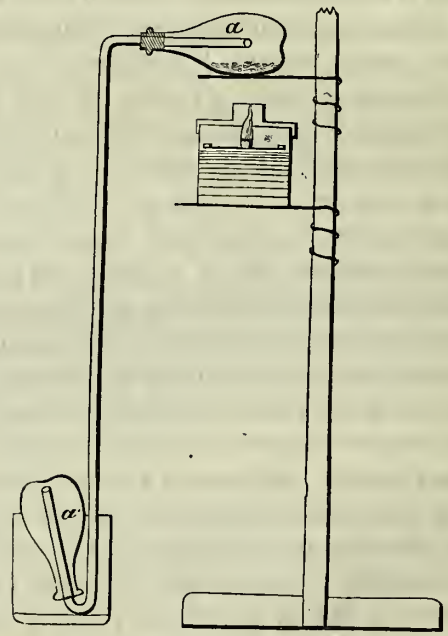


Fig. 141.

des gaz plus lourds que l'air, comme le chlore. Le gaz, en se dégageant par l'extrémité du tube (*b*), gagne, en vertu de sa pe-

santeur, la partie inférieure de la fiole (*a'*) pleine d'air, et soulève peu à peu celui-ci, qui s'épanche au dehors, en lui cédant complétement la place. Dans ces opérations, le dégagement gazeux doit être très-lent.

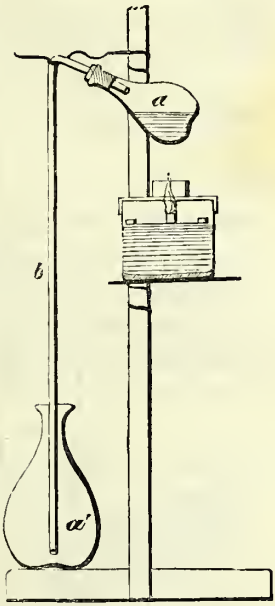


Fig. 142.

Ce mode de manipulation est quelquefois précieux, parce qu'il permet de recueillir à sec et d'étudier, sans le secours du mercure, quelques gaz solubles dans l'eau.

221. Dans l'appareil suivant (*fig.* 143), on peut étudier les gaz sans les recueillir. Le gaz qui se forme dans la fiole (*a*) passe par le tube (*b*) dans un gros tube courbe (*c d e*) placé dans un verre : le tube courbe s'adapte au tube (*b*) avec un bon bouchon. C'est, au reste, la première partie de l'appareil de Woulf, que nous décrirons plus loin (228). En (*d*) on introduit assez de mercure ou d'eau, suivant la nature du gaz, pour seulement fermer le tube. Pendant le dégagement gazeux, la branche (*e*) peut être considérée comme toujours pleine de gaz, dont on étudiera facilement les propriétés. Il sera nécessaire d'opérer au grand air ou sous une cheminée. Nous emploierons quelquefois ce mode si simple pour étudier quelques gaz peu importants, et quelquefois leur solubilité dans l'eau, en versant dans la branche (*e*) un peu d'eau par-dessus le mercure.

222. *Transvaser les gaz.* — Le flacon-éprouvette étant rempli de gaz, il faut faire passer celui-ci dans de petites fioles par portions successives, pour en étudier les propriétés.

L'appareil doit, à cet effet, être disposé comme l'indique la figure 144. Au reste, cette disposition est celle qui existe quand on a fini de remplir de gaz tout le flacon-éprouvette. Remplissez

d'eau une petite fiole (*a'*); fermez-en le col avec l'index ou un dis-

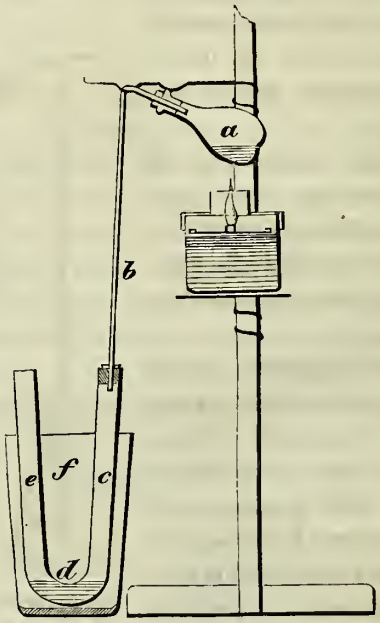


Fig. 143.

que de papier; renversez-la toujours bouchée dans le verre (*v*) plein d'eau; retirez l'index, et engagez le col sur l'extrémité du tube (*d*); il faut faire en sorte que dans ce renversement il ne s'introduise aucune bulle d'air dans la fiole. Versez de l'eau dans le tube (*c*) du flacon-éprouvette avec la fiole à laver (*a*) (189), et le gaz passera bulle à bulle dans la fiole (*a'*). Quand elle sera pleine de gaz, dégagez le col sans sortir de l'eau; fermez-le avec l'index; retirez de l'eau, et la quantité de gaz contenue dans cette fiole servira à l'étude d'une de ses propriétés. Vous recommencerez

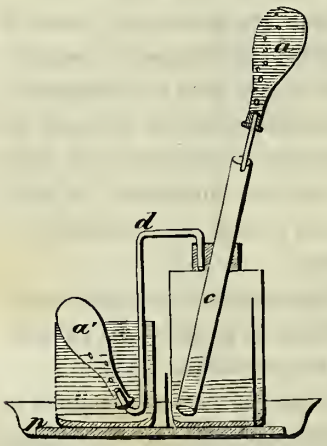


Fig. 144.

cette opération autant de fois qu'il sera nécessaire. L'étude étant terminée, vous ferez passer dans une autre fiole tout le restant du gaz qui sera conservé, comme il est indiqué plus loin (224), pour des opérations ultérieures.

Nous avons dit (217) le moyen de faire ce même tranvasement, quand on opère sur le mercure.

223. Nous voyons que ces transvasements de gaz sont très-faciles, quand ceux-ci sont renfermés dans nos flacons-éprouvettes ; mais ils sont souvent contenus dans de grandes fioles, et nous allons indiquer les moyens à employer pour les faire passer de ces fioles dans d'autres plus petites ou dans des tubes.

Il faut avoir, pleine d'eau propre, une grande terrine en poterie commune et de forme conique. Prenez une fiole vide et plongez-la dans l'eau, le col en bas, en la tenant verticalement; l'air ne pourra s'échapper, ni l'eau s'introduire. Si maintenant vous inclinez légèrement cette fiole (*a'*), toujours maintenue dans l'eau, l'air s'en échappera bulle à bulle, et d'autant plus vite ou plus lentement que la fiole sera plus ou moins inclinée : placez immédiatement au-dessus du goulot celui d'une autre fiole (*a'*) pleine d'eau ; il sera facile, avec un peu d'attention, de faire passer dans celle-ci les bulles gazeuses qui s'échappent lentement de la première.

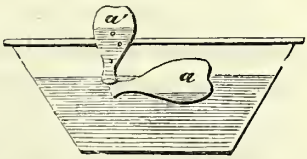


Fig. 145.

224. Cette introduction des bulles gazeuses se fera difficilement, si le goulot de la fiole pleine d'eau est trop étroit, parce que l'eau qui doit s'échapper repoussera le gaz à l'extérieur, et ne lui permettra de s'introduire que partiellement. Dans ce cas, adaptez sous l'eau, à la fiole pleine de gaz, un bouchon portant une petite entaille ou rainure latérale faite dans sa longueur avec un couteau, et muni d'un tube court, de 0^m005 de diamètre intérieur, ouvert aux deux bouts : l'extrémité du tube ne devra pas dépasser le bouchon de plus de 0^m02 ; engagez ce tube dans

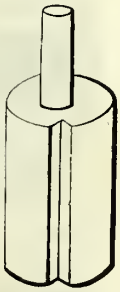


Fig. 146.

le col de la fiole à remplir, et vous verrez, en inclinant convenablement la fiole pleine de gaz, les bulles pénétrer facilement dans la première. L'eau entre dans la fiole par la rainure, pendant que le gaz s'échappe par le tube. L'entaille doit être faible ; si elle était trop forte, le gaz pourrait sortir par la rainure ; mais il suffirait de placer celle-ci en dessous, pour que le gaz se dégageât seulement par le tube. La figure 147 indique cette opération.

225. On peut encore, à l'aide d'une petite planchette posée sur la terrine, transvaser très-facilement les gaz. Cette planchette en sapin (*p*), de 0m01 d'épaisseur et 0m07 de largeur, est percée de deux trous (*q*) (*r*). L'un d'eux est le plus petit, et n'a que 0m005 de diamètre ; il s'élargit inférieurement dans l'épaisseur de la planche, suivant une surface conique, qui sert ainsi d'entonnoir. L'autre est assez large pour recevoir le goulot des fioles pleines de gaz qui sont ainsi maintenues dans la position convenable, le col en bas. La planchette est maintenue à 0 m01 au-dessus de la surface de l'eau par les poids (*o*) et (*o'*) ; ces poids sont des morceaux de fonte ou de plomb, ou simplement des fragments de brique. La figure 148 indique sa position ; la main droite incline la fiole (*a*) pleine de gaz, et la main gauche soutient au-dessus de l'ouverture conique (*q*) la fiole (*a'*) pleine d'eau, dans laquelle s'introduit le gaz.

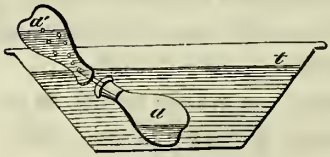


Fig. 147.

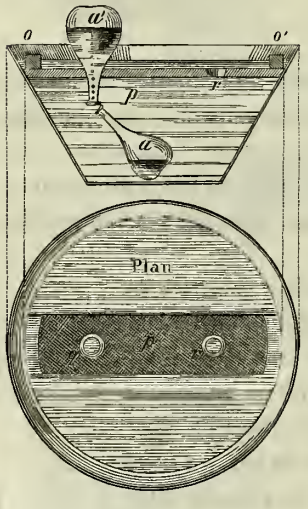


Fig. 148.

226. *Conserver les gaz.* — Nous aurons souvent à conserver des gaz. Nos flacons-éprouvettes conviendraient parfaitement,

et il serait bien d'en destiner un, comme gazomètre, à chaque gaz imporant. Cependant on conserve aussi les gaz en les introduisant (224) dans des fioles de capacité convenable, qui servent de réservoir, et qu'on tient renversées dans des verres pleins d'eau. Il ne faut jamais omettre de les boucher préalablement avec de bons bouchons, parce que si le gaz avait un contact prolongé et immédiat avec l'eau, il se mélangerait peu à peu avec l'air toujours contenu dans l'eau, et deviendrait impur. Dans certains cas, il faut employer des bouchons enduits de cire pour les protéger contre l'action de la substance gazeuse. Une fiole bien bouchée, et le col renversé dans l'eau, conserve très-longtemps, pendant plusieurs mois même, dans un grand état de pureté, le gaz dont elle est remplie. Quand on veut se servir de ce gaz il faut plonger dans la terrine la fiole avec son verre, déboucher celle-ci sous l'eau, transvaser (224), remettre le bouchon toujours sous l'eau, et replacer la fiole dans son verre.

Fig. 149.

227. *Dissoudre les gaz dans l'eau.* — De même que certaines substances solides se dissolvent dans l'eau, de même certains gaz s'y dissolvent aussi, et souvent avec une très-grande énergie. Ces solutions gazeuses ont tous les caractères des gaz eux-mêmes, et sont très-souvent employées dans les arts et dans les laboratoires comme agents puissants et comme réactifs ; nous citerons les solutions des gaz acide, hydrochlorique, ammoniac, etc. Elles se préparent en mettant le gaz en contact avec l'eau, ou en forçant les bulles gazeuses à traverser la masse liquide.

228. *Appareil de Woulf.* — Woulf a imaginé un appareil très-convenable pour cette opération, et qui porte son nom. Il est décrit dans tous les ouvrages de chimie, mais il ne peut nous convenir en raison de sa complication et de la difficulté de sa disposition, qui exige une série de bouchons lutés, de tubes divers et de flacons particuliers. L'appareil représenté ci-contre nous conviendra, à nous qui n'opérons que sur de petites quantités et qui n'avons d'autre but, en préparant les substances, que d'en étudier et reconnaître les propriétés : il nous per-

mettra d'obtenir à l'état de grande pureté 5 ou 6 centimètres cubes d'une solution gazeuse, quantité bien suffisante pour l'étude.

Cet appareil (*fig.* 150) se compose de la fiole (*a*) dans laquelle se fait le gaz, du tube conducteur (*b*), et de deux gros tubes (*cde*)

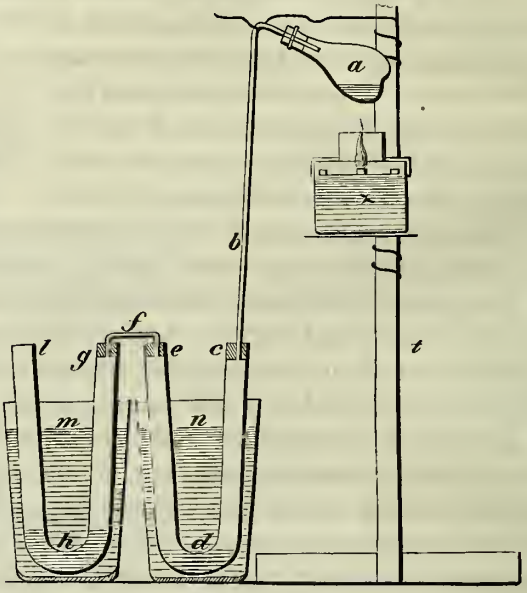


Fig. 150.

(*ghl*), courbés en forme d'U, placés chacun dans de grand verres à bière (*m*) et (*n*) et réunis à l'aide de bons bouchons par le petit tube (*f*). Disposez ces diverses parties comme nous allons le dire ; mettez de l'eau ordinaire dans le premier tube courbe (*cde*), en quantité seulement suffisante pour fermer la courbure et intercepter la communication d'une branche à l'autre; dans le second tube courbe (*ghl*), versez de l'eau distillée, environ 5 ou 6 grammes, ou une quantité telle que la colonne liquide soit plus petite que la hauteur (*hl*) ou (*gh*) d'une des branches : nous en dirons plus loin la raison (230). Réunissez les deux tubes, à l'aide de bouchons, par le petit tube (*f*); adaptez avec un bouchon le tube conducteur (*b*) emmanché à la fiole (*a*),

préalablement remplie des matières propres à produire le gaz ; placez les tubes courbes dans les verres (*m*) et (*n*) pleins d'eau ; approchez le grand support (*t*); soutenez la fiole (*a*) avec le support en crochet ; placez la lampe (*z*), et chauffez modérément. Cela fait, suivez la marche du gaz, et vous comprendrez facilement le jeu de l'appareil : on voit d'abord tout l'air contenu se dégager et traverser les tubes, mais bientôt paraît le gaz. Celui-ci traverse le tube (*b*), pénètre dans le tube (*cde*), et se dissout peu à peu dans l'eau qu'il contient. En examimant celle-ci avec attention, on voit distinctement s'établir un courant intérieur. Quand cette eau est saturée, c'est-à-dire quand elle ne peut dissoudre davantage de gaz, elle laisse passer les bulles gazeuses, qui pénètrent dans le tube (*ghl*), et se dissolvent peu à peu dans l'eau distillée qu'il contient : c'est cette eau qui, saturée de gaz, sera pour nous la solution gazeuse pure et propre à l'étude.

229. Quand le gaz passe dans le second tube (*ghl*), l'eau du premier tube (*cde*), qu'il est obligé de traverser, le *lave* et le purifie en retenant la petite quantité de matières composantes qu'il entraîne toujours avec lui : c'est pour faciliter le lavage et le rendre plus complet qu'on a plongé le tube (*cde*) dans de l'eau destinée à le refroidir. L'eau qui dissout un gaz s'échauffe peu à peu, ce qu'il faut éviter, parce qu'elle retient d'autant plus de gaz qu'elle est plus froide ; c'est pour cette dernière raison, et afin d'avoir la solution gazeuse la plus forte et la plus concentrée possible, que le second tube (*ghl*) est également plongé dans un verre plein d'eau. Si l'opération devait beaucoup se prolonger, il conviendrait même de changer l'eau des verres, en la transvasant avec le siphon (313) et la remplaçant par de l'eau plus froide.

Vers la fin de l'opération, la solution gazeuse (*h*), concentrée et plus dense, laisse passer plus difficilement les bulles de gaz, qui la repoussent dans la branche (*hl*) ; on conçoit que si on avait primitivement mis trop d'eau, celle-ci pourrait alors se déverser par l'extrémité (*l*).

230. Dans cet appareil, l'absorption n'est pas possible : en effet, dans le courant de l'opération, le gaz marche dans le sens

(*cde*) (*ghl*). Survient-il un refroidissement dans la fiole (*a*), ou le dégagement gazeux cesse-t-il par une cause quelconque, on voit aussitôt l'appareil fonctionner en sens inverse, l'air y rentrer aussitôt par le tube (*ghl*) en suivant la direction (*lhg*) et (*edc*), et la colonne liquide (*h*) être repoussée dans la branche (*hg*). On conçoit ici que si on avait primitivement mis trop d'eau distillée dans le tube (*ghl*), celle-ci, repoussée violemment dans la branche (*gh*), pourrait passer par le tube (*f*) dans le tube courbe (*cde*), et l'opération serait manquée.

L'appareil mis en activité peut donc être comme abandonné à lui-même sans aucun danger. Quand le gaz marche dans le sens convenable, l'opération va bien ; quand les bulles se dirigent en sens contraire, c'est que le dégagement gazeux est nul ou insuffisant ; il faut alors ou chauffer davantage, ou changer les matières composantes.

Le gaz doit se dégager très-lentement pour qu'il ait le temps de se dissoudre : c'est une recommandation importante dans ce genre d'opération.

231. On reconnaîtra que l'eau est convenablement saturée, quand le gaz se dégagera abondamment par l'ouverture de la branche (*hl*), ce qu'indiquera facilement l'odorat ou le papier réactif de tournesol (338). Nous indiquerons un moyen très-simple de reconnaître la densité de la solution gazeuse. Supposons qu'il s'agisse de celle de l'acide hydrochlorique : faites une petite boule de cire, qui sera lestée avec quelques grains de plomb, de manière à avoir la densité de l'acide hydrochlorique en solution qu'on trouve dans le commerce ; plongée dans ce liquide, elle devra y rester en suspension sans se précipiter au fond ni s'élever à la surface ; quand cette boule se maintiendra de même dans la solution gazeuse que vous aurez préparée, celle-ci aura la densité de la première.

232. Nous allons donner des détails sur la construction matérielle de l'appareil de Woulf.

Le tube (*b*) a 0^m004 de diamètre intérieur, en 0^m10 de long Le tube-(*f*), qui a le même diamètre, se courbera facilement à la lampe à alcool. Il est très-essentiel que ces tubes ne dépas-

sent pas inférieurement les bouchons; ceux-ci devront être faits avec beaucoup de soin, entrer à grand frottement et fermer hermétiquement, parce que le gaz dans l'appareil est soumis à une certaine pression, qui le chasserait facilement à l'extérieur par la moindre issue.

Avant de dégager le gaz, il faut souffler fortement dans l'appareil tout monté, pour s'assurer qu'il ne perd pas ; pendant l'opération elle-même, on flairera les bouchons avec précaution, ou bien on approchera un papier réactif de tournesol.

Les verres à bière n'auront aucun dessin sur leurs parois, qui seront nettes et unies; ils auront 0^m12 de long sur 0^m08 de large.

233. Les deux tubes courbes (*c d e*) (*g h l*) seront en verre fort; ils devront s'élever au-dessus des verres à bière, et être courbés de manière à s'appliquer aussi exactement que possible sur le fond et les parois de ceux-ci. On fera bien de faire préalablement, avec un fil de fer, un modèle de la forme à donner aux deux tubes ; voici la manière de les courber : prenez un long tube à parois un peu épaisses ; 0^m001 est à peu près l'épaisseur convenable ; son diamètre intérieur ne doit pas être moindre de 0^m01 ; cette dernière dimension est tout à fait de rigueur. Fermez une des extrémités avec un bouchon ou tampon de papier, emplissez-le de sable fin bien sec, que vous tasserez un peu en frappant doucement sur une table le tube tenu verticalement. Lorsqu'il sera bien plein, fermez de la même manière l'autre extrémité ; marquez à l'encre avec une plume l'endroit où doit se trouver le centre de la courbure, qui est à peu près à 0^m17 d'un des bouts du tube ; placez devant vous, sur une table, la lampe à alcool à double courant d'air, munie de sa cheminée, de manière à avoir le mouvement des bras parfaitement libre ; tenez le tube dans une position horizontale, et roulez-le dans les doigts en le promenant alternativement de droite à gauche pendant quelques minutes, sans vous écarter de plus de 0^m02 de chaque côté du point de repère, et en ayant soin de le tenir au-dessus de la flamme, et de ne l'y plonger que graduellement ; en le plongeant brusquement dans la flamme, vous seriez

presque certain de le casser. Dès que le tube sera légèrement rouge obscur, essayez de le courber un peu sans le sortir de la flamme, et continuez à le tourner dans les doigts, tant que la courbure ne sera pas assez forte pour empêcher ce mouvement. Dès qu'il ne peut plus se faire, présentez à la flamme, tour à tour, les deux côtés du tube, de manière à avoir devant vous tantôt la partie extérieure de la courbure et tantôt la partie intérieure; ayez le soin de diriger les extrémités du tube toujours dans le même plan, afin que l'instrument ne soit pas gauche, c'est-à-dire puisse s'appliquer exactement sur une table, lorsqu'il sera terminé. Pour que la courbure soit régulière, avancez lentement dans la flamme la partie du tube non courbée. Enfin, avec quelques précautions, vous parviendrez, sans vous presser, à faire une courbure régulière.

Avant de commencer l'opération, vous placerez près de vous une chandelle allumée. Aussitôt la courbure terminée, promenez dans la flamme de la chandelle toute la partie courbée, afin de la couvrir de charbon ; ensuite posez le tube sur une table ou une planche sèche, à l'abri des courants d'air : cette dernière précaution a pour but de refroidir lentement le tube, qui pourrait se fendre même après le refroidissement.

Pour couper le tube courbe de longueur convenable, faites un trait avec la lime triangulaire ; prenez le tube des deux mains, le trait entre elles et très-près, et pesez sur le verre en le tirant en même temps dans le sens de la longueur : la séparation se fera, si le trait de lime est assez profond. Vous terminerez en usant un peu les deux extrémités sur la meule ou un morceau de grès. L'emploi du sable est indispensable pour courber les gros tubes : sans lui la courbure serait aplatie et informe.

234. *Dessécher les gaz.* — Les gaz qui traversent l'eau en entraînent avec eux une certaine quantité et sont humides. Dans certaines opérations cette humidité est préjudiciable, et il importe d'en priver les gaz complétement. Notre appareil de Woulf (228) conviendra parfaitement pour dessécher les gaz : dans le premier tube (*c d e*), on introduit les matières desséchantes, et

le gaz, après les avoir traversées et y avoir déposé son humidité, pénètre parfaitement sec dans le second tube (*g h l*), dans lequel a été introduite la substance sur laquelle il doit réagir.

235. Ce second tube n'est pas toujours nécessaire, et le gaz, à l'aide d'un tube emmanché dans le bouchon (*e*), peut être conduit dans tout autre appareil, où la réaction cherchée doit

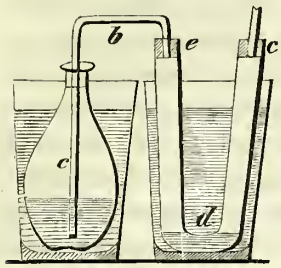


Fig. 151.

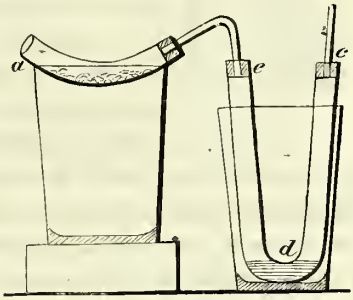


Fig. 152.

avoir lieu, dans une fiole, par exemple, ou dans un petit tube courbe, comme on le voit ci-contre, fig. 152

236. Les matières desséchantes ordinairement employées sont la chaux, et surtout le chlorure de calcium, substances très-avides d'eau, et qu'on introduit en menus fragments dans le tube (*cde*). Cependant, pour dessécher tous les gaz, excepté l'ammoniaque, nous emploierons l'acide sulfurique du commerce bien concentré, dont on introduira dans le tube (*cde*) une quantité suffisante, seulement pour fermer la courbure complètement, et interrompre la communication entre les deux branches. On pourrait encore remplir ce tube de fragments de pierre ponce imbibés d'acide sulfurique concentré.

237. *Reconnaître la solubilité des gaz.* — Certains gaz, comme l'acide hydrochlorique, l'ammoniaque, se dissolvent avec une grande énergie dans l'eau : ainsi, une fiole pleine d'un de ces gaz étant plongée, le col en bas, dans l'eau, on verra celle-ci s'élancer avec une rapidité telle que l'œil ne pourra la suivre, et que la fiole pourra se briser par la violence du choc, ce qui offre quelque danger.

238. Nous proposons un appareil, fig. 153, destiné à démontrer cette solubilité d'une manière à la fois sûre et récréative. Choisissez une des plus grosses fioles, et remplissez-la de gaz sec par un des procédés décrits précédemment (218). Préparez un tube de 0m004 à 0m005 de diamètre intérieur, ouvert aux deux bouts et très-effilé (196) à une de ses extrémités, et que vous emmancherez dans un bon bouchon. Adaptez à la fiole le bouchon et son tube, et renversez-la, le col en bas, dans un verre plein d'eau. Le tube ne doit guère s'élever dans la fiole qu'aux deux tiers de la hauteur de celle-ci. Observez attentivement, et vous verrez l'eau s'élever peu à peu et très-lentement dans le tube ; mais à peine une gouttelette aura-t-elle paru à l'extrémité effilée que l'eau s'élancera aussitôt avec rapidité, en frappant violemment les parois de la fiole, sous forme de jet puissant, qui retombera en gerbe brillante. Cet effet ne cessera que lorsque la fiole sera complétement remplie d'eau. Il est très-essentiel que le bouchon ferme bien exactement. Au lieu d'effiler l'extrémité du tube, on peut la fermer avec de la cire ou du mastic, et y pratiquer avec une aiguille une très-petite ouverture.

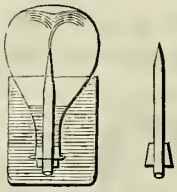


Fig 153.

Nous avons appris que notre expérience était maintenant faite et acceptée dans les cours de chimie. Il faut avoir grand soin de ne point heurter la fiole pendant l'absorption ; car, par un léger choc, elle s'est violemment brisée entre nos mains.

239. Grillage. — Griller un corps, c'est le chauffer plus ou moins fortement au contact de l'air, pour le débarrasser de quelques principes volatils, ou oxyder quelques substances (88) (126) (129).

240. Grille en fil de fer (321) ou en laiton.

241. Gomme. — Vous conserverez dans une petite fiole bouchée une dissolution épaisse de gomme ordinaire, qui servira à coller les étiquettes à l'aide d'un petit pinceau (169).

242. Huile. — L'huile est le seul combustible que nous em-

ployions, concurremment avec l'alcool : elle sera épurée et de bonne qualité.

243. Laiton. — Une lame de laiton, aussi mince qu'une feuille de papier et non recuite, sert à faire les cheminées des lampes (57) (103), les mains (317), les spatules (317).

244. Lames de verre (150), d'argile (87), de platine (85).

245. Lampes, veilleuse (57), à alcool à simple courant d'air (59), à alcool à double courant d'air (61), à chalumeau (76), pour la forge (97); sinombre (98), à mèche plate (79).

246. Laver les précipités (177) (189) (248) ; fiole à laver les filtres (178) ; fiole à laver (189).

247. Limes. — Il est nécessaire d'avoir plusieurs limes dans le laboratoire : une grande lime plate à grains fins et doux pour dégrossir les bouchons (37) ; une petite lime ronde, dite *queue-de-rat*, pour percer les bouchons (38) ; une grosse lime ronde pour pratiquer de fortes ouvertures ; enfin, une petite lime triangulaire pour couper les tubes de verres (29).

Fig. 154.

248. Lixiviation. — On donne le nom de *lixiviation* ou lessivage à l'opération qui a pour but de séparer, à l'aide de l'eau ou de tout autre dissolvant, un mélange de substances solubles et insolubles ; on lessive la cendre de bois, par exemple, pour en extraire le carbonate de potasse et quelques autres sels.

La lixiviation se fait, soit à l'eau froide, soit à l'eau chaude ; il suffit généralement de placer la substance à lessiver dans un entonnoir, avec ou sans filtre, et de verser par-dessus des portions successives d'eau, qu'on reçoit dans un vase inférieur.

Les deux appareils suivants, que nous avons imaginés pour lessiver à l'eau froide et très-exactement de très-petites quantités de matière, un gramme au plus, nous ont parfaitement réussi.

Fig. 155. Le vase (*a*) est un flacon à large ouverture, dont on a enlevé le fond par le procédé décrit § 40, il est fermé par le bouchon (*d*) ; celui-ci est traversé par le tube (*b*) ouvert supérieurement et fermé en bas par un petit bouchon (*g*) muni d'une

petite ouverture centrale ou latérale. Le tube (*b*), qui contient la matière à lessiver, est recouvert et comme coiffé par le tube (*c*), ouvert en bas et fermé en haut par le bouchon (*e*), en guise de petite cloche. La substance est tassée plus ou moins légèrement, suivant sa nature, dans le tube (*b*), de manière à permettre le passage de l'eau à travers ses vides; il conviendrait, au besoin, de la mélanger avec une matière inerte, du sable, de la sciure de bois lavée, de la grenaille de plomb; il sera également utile de placer un petit tampon de coton au-dessus du bouchon (*g*) et à la partie supérieure du tube (*b*), afin de retenir la substance dans ce tube. Le flacon (*a*), ainsi garni sera placé, renversé, sur un support, au-dessus d'un récipient. Voici le jeu de l'appareil : on remplit d'eau le flacon (*a*) jusqu'à la ligne (*o' o*) qui dépasse les tubes intérieurs; pressée par son poids, l'eau entre dans le tube (*c*), en pénétrant par la partie inférieure, s'élève en montant entre les deux tubes, jusqu'à la partie supérieure du tube (*b*), se déverse dans celui-ci, traverse la substance, et s'écoule goutte à goutte, en entraînant les matières solubles. L'écoulement ne cessera que lorsque le flacon (*a*) sera complétement vidé, à l'aide de cette disposition, qui est celle d'un véritable siphon. La figure 155 représente l'appareil fonctionnant.

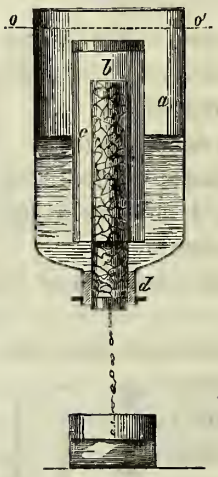


Fig. 155.

Fig. 156. Cet appareil ne diffère du précédent que parce que l'eau s'y écoule sous une plus forte pression; les mêmes lettres indiquent les mêmes objets. Il faudra prendre la fiole la plus grande pour lessiver avec une plus grande quantité

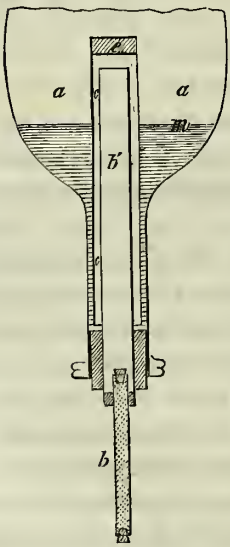


Fig. 156.

d'eau. La figure 156 représente l'appareil ne fonctionnant pas.

Ce mode ne conviendrait guère, s'il était nécessaire d'évaporer ultérieurement l'eau qui a servi à la lixiviation, afin d'en isoler et peser la substance dissoute ; la quantité à évaporer serait trop considérable. L'appareil suivant, auquel nous donnons le nom spécial d'*appareil à lixiviation*, convient, au contraire, parfaitement, parce qu'il permet de laver à l'eau chaude et avec la plus petite quantité possible, de manière à donner en très-peu de temps les résultats les plus précis de l'analyse la plus exacte.

249. *Appareil de lixiviation.*— Les figures 157 158 et 159 représentent diverses modifications du même dispositif. Dans une

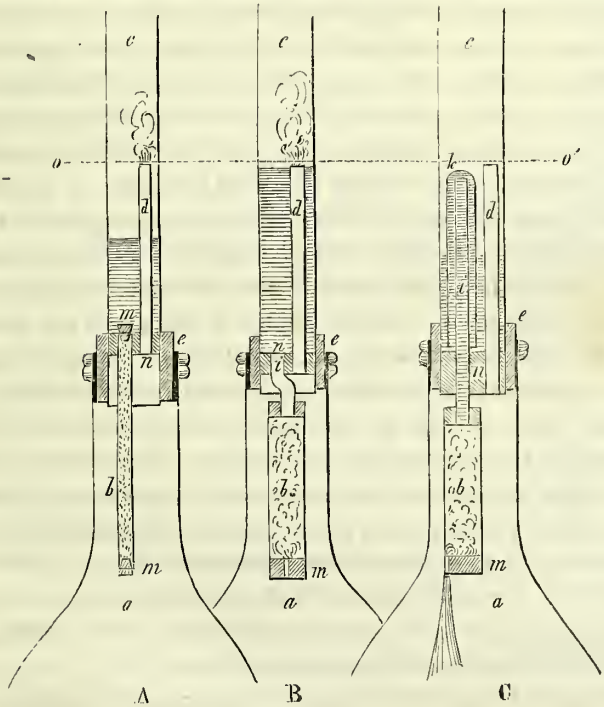


Fig. 157. Fig. 158. Fig. 159.

fiole (*a*) à large ouverture, contenant une très-petite quantité d'eau (*s*), s'adapte, à l'aide du bouchon (*e*), un tube (*c*) aussi gros

que possible, dans ce dernier est introduit à frottement un bouchon (*n*), qui est traversé par deux tubes ouverts (*b*) et (*d*) ; dans le premier (*b*) est introduite et maintenue à l'aide de deux petits bouchons (*m*) et de tampons de coton, comme dans le précédent appareil, la substance à lessiver. Voici le jeu de l'appareil : on chauffe avec la lampe à alcool l'eau (*s*) jusqu'à l'ébullition ; la vapeur, qui se dégage en abondance, pénètre dans le tube (*d*), s'engage dans le long tube (*c*), qui doit avoir la longueur d'un mètre au moins (celle que donne la fabrication), s'y condense et retombe liquide dans la partie inférieure du même tube, où elle reste sans pouvoir descendre dans le tube (*b*). L'eau distillée gagne bientôt le niveau (*oo'*) supérieur au tube (*d*) ; à ce moment, retirez la lampe : la fiole se refroidit, la vapeur intérieure s'y condense, et forme une sorte de vide qui attire l'eau supérieure distillée ; en effet, celle-ci, pressée par le poids de l'atmosphère, s'engage bouillante dans le tub (*b*), traverse la substance contenue, en entraînant la plus grande partie des matières solubles, et se précipite dans la fiole (*a*) par un jet rapide et continu ; bientôt toute l'eau qui était dans le tube (*c*) s'est écoulée, et l'appareil a cessé de fonctionner. Faites bouillir de nouveau l'eau (*s*) jusqu'à ce que la vapeur condensée remplisse le tube (*c*) jusqu'au niveau supérieur du tube (*d*), retirez la lampe, et l'eau traversera de nouveau la substance (*b*), en la lessivant énergiquement. En renouvelant, par ébullition et refroidissement successifs, ces lavages (dont chacun ne dure guère plus d'une minute), un nombre de fois déterminé par l'expérience, on parvient à extraire la dernière parcelle de la matière soluble. Il faut bien se garder d'évaporer l'eau (*s*) jusqu'à siccité ; car, par la rentrée de l'eau supérieure, la fiole (*a*) serait infailliblement brisée ; la quantité d'eau (*s*) à introduire dans la fiole (*a*) doit être à peu près le triple de celle qui doit passer par distillation dans la partie supérieure, c'est-à-dire de 30 grammes environ.

La figure A représente l'appareil commençant à fonctionner et à se remplir d'eau dans la partie supérieure ; c'est aussi la disposition la plus simple. La figure B montre l'appareil suffisamment rempli d'eau, au moment où il convient d'arrêter l'é-

bullition en retirant la lampe ; le tube (*b*) est plus gros et permet de laver une plus grande quantité de substance ; le tube de communication (*i*) empêche aussi tout mélange de l'eau distillée supérieure avec l'eau qui a pénétré dans le tube (*b*). La figure C représente l'appareil lessivant la substance contenue dans le tube (*b*), par suite du refroidissement de la fiole (*a*) ; là le tube (*i*) est prolongé et coiffé d'un tube fermé à un bout (*k*) servant de cloche ; cette disposition, analogue à celle d'un siphon, a l'avantage d'empêcher mieux encore tout mélange ou toute introduction de l'eau contenue dans le tube (*b*) avec celle renfermée dans le tube (*c*).

250. La figure 160 représente une autre disposition du même appareil, dans lequel la fiole (*a*), beaucoup plus petite, d'une capacité de 60 centimètres cubes environ, pénètre dans le tube (*c*), qui doit avoir au moins 2 centimètres de diamètre : le bouchon (*e*) est coupé en deux parties. Il y a avantage, dans une analyse quantitative, à ne se servir que d'une fiole très-petite, parce qu'en évaporant dans la fiole la liqueur (*s*), pour peser la matière dissoute, les pesées sont plus délicates; le tube (*d*) ne doit pas avoir plus de 2 millimètres de diamètre intérieur environ, et sa hauteur 3 à 4 centimètres au-dessus du bouchon (*n*), de manière que les lavages soient plutôt fréquents qu'abondants.

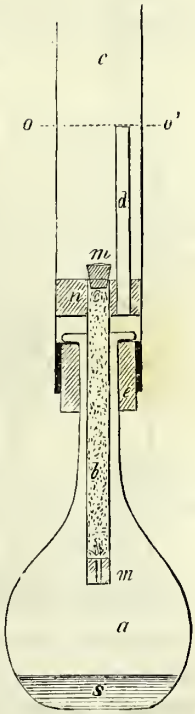


Fig. 160.

251. Les figures suivantes 161 et 162 représentent la disposition générale de l'appareil. Dans la première, le long tube (*c*), qui a près d'un mètre, est garni d'un gros bouchon (*r*), qui permet de suspendre l'instrument à l'aide d'une pince et d'un support ordinaire. Dans la seconde figure le tube (*c*), réduit à la longueur de 20 centimètres environ, est maintenu par un bou-

chon dans le centre d'une cloche (*q*) ou grand flacon sans fond, contenant de l'eau froide, et servant de réfrigérant. Cette disposition permettrait, au moment de la rentrée de l'eau dans la fiole (*a*), au travers de la substance à laver, de fermer l'extrémité du tube (*d*) à l'aide d'un petit bouchon adapté à un fil de fer, et de rendre ainsi le lavage plus énergique, en empêchant la rentrée de l'air par le tube (*d*) dans la fiole (*a*).

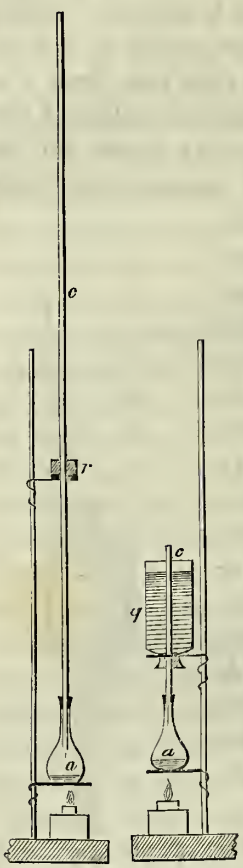


Fig. 161. Fig. 162.

L'appareil de lixiviation que nous venons de décrire convient essentiellement aux analyses quantitatives délicates; il donne en très-peu de temps les résultats les plus précis; il permet de n'opérer que sur un gramme au plus de la substance analysée. Il présente plusieurs avantages, celui de faire de nombreux lavages avec quelques grammes seulement de la même eau, celui de laver avec de l'eau toujours distillée et très-chaude, celui de maintenir, pendant le lavage, la substance à une haute température, puisqu'elle est plongée dans la vapeur, ce qui favorise éminemment la faculté dissolvante de l'eau, et enfin celui de faire en quelques minutes seulement une opération analytique fort exacte.

C'est ainsi qu'en traitant dans notre appareil 1 gramme seulement de poudre à canon, nous en avons extrait, à l'aide de cinq ou six lavages, et en moins d'un quart d'heure, la dernière parcelle de salpêtre, avec 15 grammes d'eau seulement, que nous avions primitivement introduits dans la fiole (*a*); après ce lavage, à l'effet de retirer le salpêtre sec, nous avons évaporé

l'eau dans la fiole elle-même, dont nous connaissions la tare, et l'excédant de son poids nous a donné la quantité de salpêtre contenue dans la poudre, quantité précisément égale à celle que nous savions devoir y exister; enlevant ensuite délicatement le tube (*b*), retirant les bouchons (*m*), nous avons, à l'aide d'un tube servant de piston, poussé dehors du tube le mélange humide, qui en est sorti sous forme d'un cylindre net, poli et consistant, que nous avons reçu dans une capsule, sans en perdre la moindre parcelle, et que nous avons séché par un des procédés décrits (153), et dont le poids a été, sans aucune perte, le complément du gramme de poudre employé. Les résultats précis de cette analyse, obtenus en si peu de temps, nous font espérer que notre appareil de lixiviation pourra être utile aux chimistes.

252. Lut. — On donne le nom de lut à des substances diverses qu'on applique sur les bouchons d'un appareil pour empêcher les fuites ou pertes de gaz. Un bouchon bien fait et bien préparé ferme hermétiquement et n'a pas besoin d'être luté: c'est d'après ce principe que nous rejetons l'emploi des luts comme inutile et malpropre, et que nous recommandons expressément d'apporter le plus grand soin dans la préparation des bouchons (36). Au reste, nous avons indiqué (255) la composition de quelques mastics qui peuvent servir de luts.

253. Main en cuivre. *Voyez* Spatule (317).

254. Marteaux. — Il est nécessaire d'avoir deux marteaux, l'un fort pour travailler les métaux, et l'autre plus petit pour une foule d'usages. Un bloc de fonte servira d'enclume.

255. Mastics. — Nous distinguons plusieurs sortes de mastics destinés à des usages différents.

256. *Mastic dur.* — Fondez dans une capsule en métal, avec la lampe à alcool, 10 grammes de mastic rouge, appelé *goudron* dans le commerce, et qui sert à coiffer les bouteilles. Lorsqu'il est fondu, mêlez 2 grammes de cire et 1 gramme de suif, et remuez le tout avec une baguette pour le bien mélanger: vous appliquerez à chaud ce mastic, qui devient très-dur en refroidissant.

Autre mastic dur. — On fond dans une capsule en métal, ou dans un creuset de terre, de la poix noire, et on y incorpore de la cendre de bois passée au tamis de soie, ou à défaut de tamis dans un linge un peu clair, de manière à avoir un mélange un peu épais. On applique ce mastic bien chaud, qui devient très-compacte et très-dur en refroidissant. Il est plus dur que le premier.

Mastic dur pour fixer des garnitures de laiton sur des vases en terre. — Ce mastic, qui ne doit être exposé qu'à la température ordinaire, s'obtient en mélangeant 5 parties de résine, 1 partie de cire jaune et 1 partie d'ocre rouge réduit en poudre fine. Après avoir divisé l'ocre dans une capsule de porcelaine placée sur un bain de sable, à une température supérieure à 100°, on fait fondre ensemble la cire et la résine; on y introduit l'ocre par petites portions, et on laisse pendant quelques instants la température s'élever jusqu'à ce que le mélange ne donne plus d'écume et n'éprouve plus d'agitation; on laisse ensuite refroidir, en continuant de remuer jusqu'à ce qu'il soit devenu assez épais pour que l'ocre ne puisse se séparer par le repos. Pour adapter, au moyen de ce lut, un robinet ou un collet de laiton sur le col d'une cloche ou d'un ballon, on fait chauffer la pièce métallique que l'on enduit intérieurement, avec un pinceau, d'une couche uniforme de mastic fondu. Chauffant alors la pièce de verre qui doit entrer à frottement, on l'introduit avec précaution dans l'intérieur de la garniture.

257. *Mastic pour fixer du verre sur du verre, ou de l'acier sur du verre.* — Cinq ou six morceaux de résine, gros comme des pois, sont dissous dans la plus petite quantité possible d'alcool, et l'on mêle cette dissolution avec 60 grammes d'une forte solution de colle de poisson (cette colle ramollie est dissoute jusqu'à saturation dans de l'alcool à 96°, ou du rhum bouillant), solution dans laquelle on a préalablement incorporé par le broiement deux ou trois petits morceaux de galbanum ou de gomme ammoniaque. On conserve le mélange dans un flacon bien bouché, et, au moment de s'en servir, on le fait chauffer légèrement.

258. — *Mastic mou.* — Fondez dans une capsule en métal 10 grammes de cire jaune : ajoutez goutte à goutte, en remuant sans cesse, 5 grammes d'essence de térébenthine, et laissez refroidir. Ce mastic sera d'autant plus mou qu'on ajoutera plus d'essence. Un morceau allongé en pointe permet de saisir par adhérence de petits corps trop difficiles à manier, et de les examiner facilement à l'œil ou à la loupe.

Les mastics nous servent dans la construction de nos appareils ; ils doivent être appliqués sur des surfaces bien sèches. Dans certains cas, ils ne tiennent bien que sur le verre un peu dépoli par le frottement du sable fin.

259. Mercure. — Ce métal sert à recueillir les gaz solubles dans l'eau. Deux kilogrammes de mercure sont suffisants pour l'usage de l'appareil pneumatique que nous avons indiqué (217). Le mercure du commerce est souvent impur, parce qu'il contient des métaux étrangers : on le reconnaît à la pellicule terne qui recouvre sa surface, et quand il *fait la queue,* c'est-à-dire lorsque la gouttelette métallique, promenée sur une feuille de papier, s'allonge en laissant une trace après elle, au lieu de rester toujours sphérique. Si le mercure est très-impur, il ne peut être purifié que par la distillation ; s'il ne l'est que faiblement, on le versera dans une assiette, et on le recouvrira d'une couche d'acide sulfurique, étendu de deux fois son poids d'eau, qui, après un contact de deux semaines et une agitation convenable, aura dissous les métaux étrangers. La distillation du mercure doit se faire dans une cornue de fonte : c'est une opération longue et un peu dangereuse, qui demande d'ailleurs un fourneau particulier, et que nous ne conseillons pas aux commençants de tenter; il convient mieux de chercher à se procurer le métal aussi pur que possible.

On doit à Priestley un procédé commode pour purifier très-facilement de petites quantités de mercure mélangé de plomb ou d'étain. Pour cela, on introduit le mercure, par portions de 100 grammes environ, dans un flacon, dont il doit occuper à peu près le tiers ; on l'agite alors fortement pendant quelques instants, en ayant soin de renouveler de temps en temps l'air du

flacon. La surface métallique ne tarde pas à se couvrir d'une couche noirâtre d'oxyde, que l'on sépare facilement, et on continue cette opération, en renouvelant l'air, jusqu'à ce que le mercure, qui rendait un son analogue à celui d'argile molle dans le commencement de l'opération, rende un son très-clair contre les parois du flacon.

Le mercure sali par une suite d'opérations est facilement nettoyé par des lavages à l'eau ; le métal est versé dans une assiette ou un grand verre, et lavé à grande eau ; les parties étrangères surnagent et peuvent être séparées facilement par décantation.

Il faut avoir le soin, avant de manier le mercure, d'enlever toute bague d'or ou d'argent, et éviter même de porter les doigts, pendant l'opération, sur un objet métallique, comme une montre, parce que le mercure s'allie facilement avec les métaux précédents, qu'il détruit bientôt.

260. Métaux. — *Extraction des métaux.* — On extrait les métaux des minerais qui les contiennent, en exposant ceux-ci dans un creuset au feu violent d'une forge, mélangés avec certaines substances capables de séparer les matières étrangères. Cependant l'extraction des métaux, sauf quelques exceptions que nous mentionnerons en leur lieu, se fait le plus souvent en traitant par le charbon des carbonates ou des oxydes métalliques. Nous donnerons quelques règles générales sur ce mode d'extraction le plus généralement employé.

261. *Réduction des oxydes.* — Le minerai doit être réduit en poudre très-fine, surtout s'il est nécessaire de le mêler à quelque fondant. Le mélange intime des matières pulvérisées sera introduit dans un creuset d'argile (116), et fortement chauffé à la forge (93). Si, comme il arrive le plus souvent, le contact du charbon est suffisant pour la réduction de l'oxyde, on ne mêle pas celui-ci avec de la poussière de charbon, mais on l'introduit, bien pulvérisé, dans un creuset d'argile ou de platine préalablement brasqué (117).

La matière introduite dans la cavité de la brasque est fortement tassée, recouverte de charbon en poudre également tassé, de manière à remplir complétement le creuset, qui sera muni

d'un couvercle luté. Quelques métaux fusibles se rassemblent, après la réduction, au fond du creuset, en culot facile à enlever après le refroidissement ; d'autres, infusibles à la température de notre forge, se présentent après l'opération sous forme de poussière métallique brillante non agglomérée. On se sert de creusets brasqués, parce que le mélange direct avec le charbon empêcherait les particules métalliques réduites de se rassembler en culot.

262. Au chalumeau, la réduction des oxydes ou des carbonates s'opère d'une manière simple et prompte : c'est même l'une des opérations les plus curieuses du chalumeau, à l'aide duquel on découvre souvent des quantités de métal réductible si petites qu'elles échappent aux meilleures analyses faites par la voie humide.

Si l'on place sur un charbon une petite partie d'oxyde d'étain natif ou artificiel, un souffleur exercé saura en tirer avec quelque effort un petit grain d'étain métallique ; mais si l'on y ajoute un peu de carbonate de soude, cette réduction s'opérera sans difficulté et si complétement que, lorsque l'oxyde sera pur, la totalité se transformera en régule d'étain.

Il est donc positif que le carbonate de soude favorise cette réduction ; mais de quelle manière ? c'est ce que l'on ne sait pas encore positivement. Si l'oxyde métallique contient un corps étranger non réductible, la réduction du premier en devient souvent plus difficile ; mais que l'on ajoute un peu de borax, ce réactif concourra avec le carbonate de soude à la dissolution du corps étranger, et la réduction s'opérera d'elle-même. Cet essai est d'une exécution très-facile, et le métal est d'autant plus aisé à reconnaître que l'on sait quel est l'oxyde que l'on traite.

263. Supposons que l'oxyde métallique soit mêlé avec une quantité relativement considérable de substances non réductibles, et que sa présence soit ou inconnue ou impossible à reconnaître par d'autres essais de réaction, comment fera-t-on pour découvrir si la matière d'essai contient un métal réductible, et dans ce cas comment le mettre en évidence ? Après avoir

pulvérisé la matière d'essai, on la pétrit dans le creux de la main gauche avec du carbonate de soude humecté, on pose le mélange sur le charbon, et l'on fait un bon feu de réduction ; on ajoute ensuite un peu de carbonate de soude, et l'on recommence à souffler. Tant qu'il reste quelque partie de la matière d'essai à la surface du charbon, on ajoute du carbonate de soude par petites doses, et l'on continue l'insufflation jusqu'à ce que le charbon ait absorbé la totalité de la masse. Les premières doses de carbonate de soude servent à rassembler les particules métalliques éparses dans la matière d'essai, et l'absorption finale de celle-ci complète la réduction de ce qui a pu rester jusqu'alors à l'état d'oxyde. Cela fait, on éteint le charbon avec deux gouttes d'eau, puis, ayant enlevé, au moyen du couteau, la masse qui s'y est introduite, on la broie dans un petit mortier d'agate (263), de manière à la réduire en une poudre extrêmement fine. On lave ensuite cette poudre avec de l'eau pour la débarrasser du charbon qui en forme la partie la plus ténue, et l'on emploie à cet effet la bouteille à laver (189).

La porphyrisation et le lavage (cette dernière opération exige une attention particulière) se répètent autant de fois qu'il est nécessaire pour enlever tout le charbon. Si la matière d'essai ne contient aucune substance métallique, il ne reste rien dans le mortier après le dernier lavage. Mais pour peu qu'elle contienne de métal réductible, on le trouve en dernière analyse au fond du mortier, sous forme de petites feuilles brillantes s'il est fusible et malléable, et sous forme pulvérulente s'il est cassant ou n'a pas subi la fusion. Dans l'un et l'autre cas, on aperçoit au fond du mortier des sillons métalliques résultant du frottement des particules de métal contre ses parois (pourvu, néanmoins, que la quantité de métal contenue dans l'échantillon ne soit pas trop faible). L'aplatissement des métaux malléables transforme un corpuscule imperceptible en un disque rond, luisant, et d'un diamètre sensible.

On peut ainsi découvrir, à l'aide du chalumeau, dans un grain d'essai de grosseur ordinaire, jusqu'à $\frac{1}{2}$ pour 100 d'étain, et jusqu'aux plus légères traces de cuivre.

264. On doit s'attacher, dans les essais de ce genre, 1° à produire une chaleur aussi forte que possible, tout en dirigeant la flamme réductive de manière à recouvrir complétement la surface de la fonte ; 2° à ne rien laisser dans le charbon, et à ne rien perdre de la matière d'essai quand on la recueille, car si le métal est congranulé quelque part, on ignore où est le grain ; 3° à broyer assez longtemps la masse charbonneuse ; 4° à décanter très-doucement, en sorte qu'il n'y ait que les parties les plus légères et les plus ténues de la masse porphyrisée qui soient entraînées par l'eau ; 5° il ne faut point chercher à juger du résultat avant d'avoir enlevé tout le charbon, attendu que le peu qui en reste suffit pour cacher de petites paillettes métalliques, et que les particules de charbon, vues sous un certain jour, jettent elles-mêmes un éclat métallique, auquel un œil inexpérimenté pourrait être trompé ; 6° enfin, on ne doit point se contenter de l'observation à l'œil nu, quelque visible que soit d'ailleurs l'échantillon, mais bien l'examiner à la loupe ou au microscope (269), ne fût-ce que pour s'assurer qu'on l'a bien jugé.

Lorsque, après un long usage, le fond du mortier est devenu inégal, il arrive quelquefois que les petites cavités qui s'y trouvent se remplissent d'air, et forment sous l'eau des bulles dont la convexité réfléchit la lumière comme une surface métallique polie. Il est cependant facile de reconnaître, en pareil cas, la nature de la surface réfléchissante, et cela, en tournant le fond du mortier vers le jour : si c'est une bulle, on verra la lumière au travers du lieu qu'elle occupe, et si c'est une paillette métallique, le même lieu sera opaque.

265. Les métaux que l'on peut réduire par ce procédé sont : l'or, l'argent, le platine, le molybdène, le tungstène, l'antimoine, le tellure, le bismuth, l'étain, le plomb, le cuivre, le nickel, le cobalt et le fer. Parmi ces métaux, l'antimoine, le bismuth et le tellure, se volatilisent aisément, lorsque, pour les réduire, on fait un feu vif. Le sélénium, l'arsenic, le cadmium, le zinc et le mercure se volatilisent si complétement, qu'on ne peut les recueillir sans un petit appareil sublimatoire.

266. On réussit toujours à effectuer la réduction dès la pre-

mière fois, lorsque la matière d'essai contient de 8 à 10 pour 100 de métal. Mais, à mesure que le titre du minerai décroît, il faut plus d'attention et d'habitude pour retenir dans le mortier et reconnaître ensuite le métal que l'on a réduit. Un bon moyen de s'exercer dans ce genre d'expérience, est de choisir une substance cuivreuse sur laquelle on fait plusieurs essais de réduction, en ayant soin de la mêler chaque fois avec une quantité plus grande de matières non cuivreuses; par ce moyen, le titre métallique diminue à chaque essai nouveau; et, lorsqu'on est arrivé à une proportion telle qu'on ne peut plus de prime abord opérer la réduction du cuivre, on répète l'essai jusqu'à ce que l'on parvienne à le mettre en évidence. En faisant ainsi différents essais comme exercice, on se met bientôt au fait d'un genre d'opération, qui n'exige qu'un peu d'adresse et d'habitude de voir.

267. Si la matière d'essai contient plusieurs métaux, la réduction de leurs oxydes se fait ordinairement *in globo*, et l'on obtient pour régule un alliage métallique. Quelques-uns, en petit nombre, se réduisent séparément; *exemple :* le cuivre et le fer, qui donnent un régule de chaque métal; le cuivre et le zinc, dont le premier donne un régule de cuivre, tandis que le zinc se sublime. Mais lorsque le résultat de l'opération est un alliage, il faut, pour reconnaître les métaux dont il se compose, avoir recours à des réactions particulières, qui se font avec d'autres fondants. Je décrirai plus loin les réactions caractéristiques de chaque oxyde métallique en particulier.

Le *cyanure de potassium* est à peu près le corps réducteur le plus puissant dont puisse disposer la voie sèche ; non-seulement il isole les métaux de leurs oxydes, mais même des sulfures, en passant lui-même, dans le premier cas, à l'état de cyanure, et, dans le second, à celui de sulfocyanure. Au moyen de ce réactif, il devient souvent possible d'isoler, dans un simple creuset de porcelaine et avec la lampe à alcool, les métaux et de les séparer parfaitement purs de plusieurs de leurs combinaisons, comme l'antimoine de l'acide antimonieux et du sulfure d'antimoine, le fer de ses oxydes, etc., etc. La grande fusibi-

lité du cyanure de potassium facilite beaucoup cette action.

Pour le chalumeau, le cyanure de potassium est aussi très-précieux, en ce qu'il permet de réduire, avec la plus extrême facilité, ces mêmes substances, qui, comme l'oxyde et le sulfure d'étain, ne se réduisent avec la soude que sous l'influence d'une chaleur très-forte. Pour les essais au chalumeau, on se sert toujours du mélange de cyanure de potassium et de carbonate de soude, parce qu'il est moins fusible que le premier employé seul. Ce mélange, qui agit avec beaucoup plus d'énergie que la soude, offre encore l'avantage d'être facilement absorbé par les pores du charbon, et de laisser ainsi le globule métallique parfaitement pur.

268. *Meule.* — Une meule est indispensable dans le laboratoire ; elle sert à aiguiser les outils, à user, à polir, percer le verre, et à une foule d'autres usages. On trouve dans le commerce de petites meules montées, avec pieds ou sans pieds, et dont l'usage est fort commode. La meule en grès tourne à moitié immergée dans un réservoir d'eau inférieur. On peut imiter en partie cette disposition avantageuse : percez une petite table commune d'un trou circulaire, capabl de recevoir une petite terrine, et disposez au-dessus, à l'aide de deux supports verticaux, la meule circulaire montée sur un axe horizontal en bois. Il est plus commode de faire mouvoir la meule avec la main droite qu'avec le pied au moyen d'une pédale.

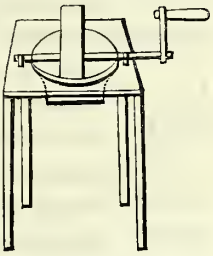


Fig. 163.

On pourrait remplacer, imparfaitement cependant, la meule par un bloc de grès.

269. Microscope. — Le microscope que nous proposons est fort commode pour suivre et observer les cristallisations de gouttelettes salines déposées sur des lames de verre et abandonnées à l'évaporation spontanée. Façonnez une planchette (*a*), de 0^m 12 de long sur 0^m 10 de large ; percez-la d'un trou et fixez-y à frottement, ou avec un peu de mastic, un tube de verre creux et épais (*b*), de 0^m 12 de hauteur ; sur cette tige verticale

glisse le porte-objet (*c*), de forme rectangulaire, fait en fil de fer et terminé par une queue contournée en spirale ; sur cette même tige s'appuie une glace (*d*), inclinée à 45°, retenue en avant par deux pointes, et qui réfléchit les rayons lumineux et les dirige sur le porte-objet ; enfin, une loupe (*e*) permet d'observer. Cette loupe se compose d'une petite lentille assez forte (*i*), de 0m 02 de foyer environ, montée dans un bouchon (*m*) : on se la procure facilement chez un opticien.

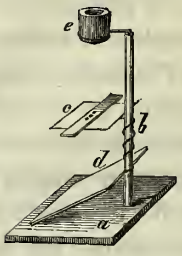


Fig. 164.

Pour monter la lentille, percez le bouchon (*m*) d'un trou circulaire fait avec soin et d'un diamètre plus petit que celui de la lentille ; coupez-le proprement près d'une extrémité, de manière à séparer un petit disque (*n*) ; élargissez légèrement, avec un canif, les ouvertures, de manière à loger facilement la lentille ; placez celle-ci entre les deux portions de bouchon, et réunissez celles-ci en enfonçant deux épingles (*s*) (*t*) : l'orifice supérieur du bouchon sera un peu évasé. Inférieurement et de côté, sera pratiqué, avec un poinçon, un trou (*o*) dans lequel entrera à frottement l'extrémité effilée (*u*) d'une tige de fer, dont l'autre extrémité, courbée verticalement en sens contraire, entrera à frottement dans le diamètre intérieur du tube de verre (*b*), au moyen d'étoupe ou de papier.

Fig. 165.

Fig. 166.

On pourrait avoir une seconde lentille plus forte ou plus faible, montée de la même manière, et qui s'adapterait également sur la pointe (*u*).

Pour préserver la lentille de la poussière, on fermera la cavité supérieure du bouchon (*m*) avec un autre petit bouchon, et c'est avec un pinceau sec et bien fin qu'on essuiera la lentille ternie. Le frottement d'un linge suffirait pour la rayer.

270. Mortier. — Le mortier sert à pulvériser les corps ; il doit être en matière dure. On en trouve dans le commerce, (*fig.* 167), en cuivre, en fer, en verre, en marbre, en porcelaine ;

ce dernier est préférable. On peut le remplacer très-économiquement, (*fig.* 168), par un de ces petits pots en porcelaine, de $0^m 07$ de haut sur $0^m 06$ de large, à fond sphérique, que l'on trouve chez les pharmaciens et les parfumeurs. Le pilon sera une tige cylindrique en bois dur, à l'extrémité de laquelle sera collée avec du mastic dur (256), dans une cavité ménagée, une grosse bille en caillou ou en agate. Nous ne nous servons pas d'autre mortier.

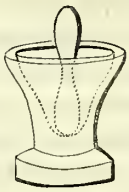


Fig. 167.

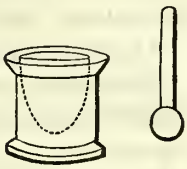


Fig. 168.

271. Pour les essais au chalumeau (262), et généralement pour broyer les matières dures et en petite quantité, on se sert ordinairement d'un très-petit mortier en agate. (*fig.* 169), de $0^m 04$ de diamètre et $0^m 008$ de profondeur: comme son prix est élevé, nous le remplacerons par un de ces petits godets en porcelaine dans lesquels les peintres dissolvent les couleurs à l'eau ; il faut le choisir bien net, sans défaut, épais et de cavité un peu sphérique. Le pilon sera une grosse bille en agate ou une petite bille de même matière, scellée à une tige en bois.

Fig. 169.

272. Pour concasser un corps et le réduire en menus morceaux, il faut le frapper avec le pilon ; mais, pour le réduire en poudre, il faut non pas frapper, mais faire glisser le pilon sur la matière concassée, en appuyant fortement. Il n'est pas nécessaire de recommander de couvrir le mortier avec le plat de la main gauche, ou une feuille de carton percée, quand on craint que le choc du pilon ne chasse au dehors quelques fragments de la matière.

273. Mortier d'Abich. — On trouve maintenant dans le commerce de petits mortiers en acier, spécialement destinés aux essais minéralogiques, et qui ont l'avantage de ne pas laisser projeter et perdre les fragments du corps concassé. Cet instrument, nommé *mortier d'Abich,* sert surtout à la pulvéri-

sation des corps très-durs. Il se compose de trois parties. Un socle en acier trempé, dont la face supérieure présente une excavation cylindrique, recevant exactement une bague ajustée de manière qu'elle semble ne faire qu'un seul morceau avec lui : ces deux parties forment le mortier. Dans la bague entre à frottement très-doux un cylindre en acier servant de pilon, dont le bout est légèrement convexe. Lorsqu'on veut pulvériser un minerai, on l'introduit dans la cavité du socle, et on place dessus le cylindre plein. L'instrument étant ainsi disposé et mis sur un corps élastique, comme par exemple une serviette repliée sur elle-même, au moyen d'un marteau, on frappe sur la partie arrondie du pilon, tandis qu'on maintient entre ses doigts la bague. En démontant l'appareil, on trouve la matière réduite en une poussière, qu'on peut ensuite broyer commodément dans le mortier d'agate.

274. Neutraliser. — Certains corps sont acides et rougissent le papier bleu de tournesol ; d'autres sont alcalins et ramènent au bleu le papier de tournesol rougi par les acides ; en combinant un corps acide avec un corps alcalin, on obtient un troisième corps, qui, le plus souvent, ne possède aucune des propriétés des corps élémentaires, qui n'altère plus la couleur du papier de tournesol, soit bleu, soit rouge, qui est par conséquent tout indifférent, et qu'on appelle *neutre*. *Neutraliser* un liquide, soit alcalin, soit acide, c'est y ajouter peu à peu une substance, soit acide, soit alcaline, de manière à faire disparaître les premières propriétés, ce qu'on reconnaît en immergeant un papier de tournesol, qui ne doit point changer de couleur. La neutralisation est une opération fréquente, et qui doit être faite avec précaution. *Voyez* (304) et suivants.

275. Os. — La cendre d'os sert à préparer les coupelles (110).

276. Papier. — A filtre (173), à étiquette (169), de tournesol (338).

277. Peser. — Manière de peser (17), double pesée (18).

278. Piles voltaiques. *Voyez* (166).

279. Pinces. — Nous nous servons de plusieurs sortes de pinces.

La pince ci-jointe, fig. 170, se fait avec du fil de fer de même grosseur que celui avec lequel on a fait les petits supports (320); l'anneau (*a*), contourné deux fois sur lui-même à son extrémité, sert de ressort. Un petit anneau (*b*) en fil de fer fin empêche les deux branches de se séparer, tout en leur permettant de glisser l'une sur l'autre. En (*c*), on a ménagé une légère courbure pour y loger les cols des fioles ou les tubes.

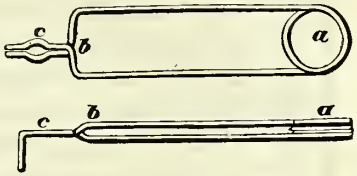


Fig. 170.

280. La pince ci-dessous, fig. 171, est faite presque comme la précédente; elle porte une queue en spirale (*d*), qui permet de l'emmancher sur le grand support (320) : elle est fort commode : nous avons décrit une autre pince fort commode; la figure 171 indique suffisamment sa construction.

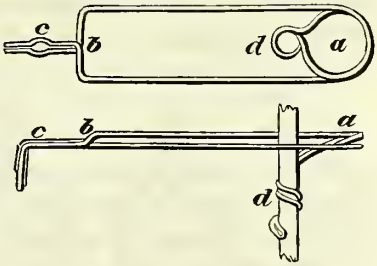


Fig. 171.

281. Il faudra se procurer une petite pincette en acier dite *bruxelles ;* elle convient très-bien pour saisir et observer de petits corps (*fig.* 172).

Fig. 172.

282. Dans les essais au chalumeau, on se sert d'une petite pince en acier, dont les branches extrêmes (*p*) sont en platine ; elle sert à saisir des fragments de corps par une de leurs extrémités aiguës, pour les soumettre à l'action de la flamme du chalumeau : elle est indispensable (*fig.* 173).

Fig. 173.

On peut remplacer cette pince, dont le prix est assez élevé, par celle dont M. Beudant a donné le modèle dans son *Traité de minéralogie,* et que nous allons décrire : Façonnez avec un fil de fer la pince à ressort qu'indique suf-

fisamment la figure ci-contre, 174, et assujettissez à l'extrémité de chacune de ses branches, à l'aide de fil métallique très-mince, un fil de platine de 1 millimètre de diamètre environ, que vous aurez préalablement aplati avec le marteau de manière que sous l'action du ressort les deux fils de platine puissent exactement s'appliquer l'un sur l'autre. Il sera bon d'adapter un anneau de platine à la partie coudée de la pince, afin de prévenir l'écartement de ses branches.

Fig. 174.

283. Une pince plate (*a*) et une pince à mâchoire ronde (*b*) sont nécessaires pour courber les fils métalliques et travailler les métaux ; une pince coupante ou cisaille (*c*) est indispensable. *Voyez* les figures ci-dessous.

Fig. 175.

Fig. 176.

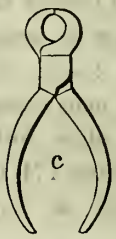


Fig. 177.

284. Pipette. — *Voyez* (196).

285. Platine. — En lame (85), en fil (86), creusets et platine (115), capsule en platine (44), cuiller en platine (49), spatule en platine (317).

286. *Plomb.* — On trouve maintenant dans le commerce du plomb filé de diverses grosseurs qui peut très-avantageusement et dans certains cas, par sa souplesse, remplacer le fil de fer. On se procurera aussi quelque peu de plomb laminé très-mince.

Fig. 178.

287. Poids. — Nombre de poids nécessaires (22), manière de faire des poids ordinaires et très-petits (24) (25).

288. Poinçon. — Il faut avoir deux ou trois poinçons de différentes grandeurs : ils servent, entre autres usages, à percer les bouchons (38). On les fait en fixant dans des manches en bois des alênes de bourreliers.

289. Porcelaine. — Mortier (270), capsule (51), godet (271).

290. Précipitation. — Précipiter une substance en dissolution, c'est la combiner avec une autre substance avec laquelle elle forme un composé insoluble, qui se sépare en se précipitant. La précipitation a pour but, soit de séparer complétement deux substances dissoutes, soit de constater seulement la présence d'une substance dans une dissolution.

291. Quand on veut séparer complétement deux substances dissoutes dans le même liquide, il importe souvent de ne pas mettre un excès du liquide précipitant. A cet effet, il faut opérer ainsi : mettez dans un verre, si vous opérez à froid, ou dans une capsule en verre, si vous traitez à chaud, le liquide en essai, et versez goutte à goutte le liquide précipitant avec lenteur et précaution, et tant que chaque goutte ajoutée déterminera une précipité bien évident ; puis agitez le tout fortement, si le précipité se dépose facilement, laissez la liqueur en repos jusqu'à ce que la partie supérieure du liquide soit devenue claire et limpide, et plongez délicatement dans cette partie l'extrémité d'un tube ouvert à parois minces et très-nettes ; une gouttelette limpide s'y attachera, à laquelle vous ajouterez une goutte du précipitant ; le précipité s'y forme-t-il encore, il faut ajouter quelques gouttes dans le verre, agiter, laisser déposer et essayer encore avec le tube, le tout jusqu'à ce que la précipitation soit complète.

Si la liqueur tardait trop à s'éclaircir, il faudrait alors en jeter quelque peu sur un très-petit filtre, et opérer sur les gouttes filtrées avec le tube, comme il a été dit ci-dessus.

292. Quand on se contente de rechercher la présence de telle substance dans un liquide, et qu'on a par conséquent à examiner si la liqueur est précipitée par telle autre liqueur, on peut dans un verre de montre, une petite capsule, un disque en verre, verser une goutte du précipitant sur une goutte du liquide : le plus souvent, en se plaçant convenablement au jour, on voit les précipités légers s'étendre et se dérouler en légers nuages, mais on verra mieux encore dans de petits tubes. Choisissez des tubes à parois très-minces et bien

translucides, sans taches ni stries, de 0^m10 de long sur 0^m04 de diamètre intérieur ; plongez dans le liquide l'extrémité à laquelle s'attachera par capillarité une gouttelette ; placez horizontalement le tube entre l'œil et le jour, et de l'autre main introduisez, à l'aide d'un agitateur, une gouttelette du liquide précipitant ou réactif ; le plus léger nuage ne vous échappera pas.

293. C'est avec ces tubes que nous ferons facilement des recherches analytiques. Ils ont plusieurs avantages : de permettre d'opérer sur une goutte seulement du liquide, et par conséquent de faire promptement plusieurs opérations ; de laisser parfaitement voir les précipités, leur nature, leur couleur ; d'économiser les réactifs, dont on ne prend que quelques gouttes à l'aide d'un agitateur bien propre plongé dans la dissolution et retiré brusquement ; d'épargner la multiplicité des verres à laver ; enfin, d'opérer promptement et économiquement.

Il faut avoir au moins une vingtaine de ces petits tubes et les tenir propres et plongés dans un verre plein d'eau distillée : celui qui a servi doit être plongé dans un verre plein d'eau ordinaire, pour être nettoyé plus tard ; si on le laissait sécher sale à l'air, on aurait ensuite plus de peine à le laver. Pour nettoyer ces tubes et enlever les matières solides, passez dans leur intérieur et sous l'eau une petite tige de bois avec un tampon de filasse ; plongez-les plusieurs fois dans l'eau ordinaire ; faites couler intérieurement un courant d'eau distillée avec la bouteille à laver ; puis laissez-les dans l'eau distillée : on conçoit que, vu la délicatesse des opérations faites dans ces tubes, ils doivent toujours être lavés en dernier lieu avec de l'eau distillée.

Nous avons indiqué (52) un autre mode de précipitation à l'aide des capsules enfumées.

294. Précipités. — Les recueillir (177), les laver (189), (178), (248), les sécher (183).

295. Pulvérisation des corps (272).

296. Purification par cristallisations successives (148).

297. Rape. — Une râpe demi-ronde convient pour travailler le bois, mais rarement le liége, qu'elle écorche en préparant des surfaces pleines de rugosités.

298. Réactifs. — On donne le nom de *réactifs* à des substances diverses, dont l'emploi est fréquent dans les laboratoires pour reconnaître la présence d'autres corps.

Nous avons parlé (131) des réactifs particuliers aux essais du chalumeau. Nous avons de plus donné (2) la liste des substances qu'il est nécessaire de se procurer chez le fabricant pour procéder aux manipulations.

299. Saturation. — Un liquide est dit *saturé* d'une substance, quand, après en avoir dissous, il ne peut plus en dissoudre davantage. La saturation varie avec la température, et croît souvent avec elle. Elle se fait à chaud ou à froid. Une dissolution qui cristallise à chaud est *sursaturée*, et les eaux qui baignent les cristaux après un refroidissement complet sont seulement *saturées*. *Voyez* (142), (143).

Le mot *saturer* s'emploie quelquefois aussi dans le sens de *neutraliser* (274).

Il peut être utile de reconnaître ou constater si une solution est bien réellement et complétement saturée. Voici un moyen assez simple et que j'emploie journellement. C'est un aréomètre extrêmement léger (*a*) (*fig.* 178 *bis*) qui plonge dans la solution (*b*) saturée. Un petit disque (*c*) en fine toile de cuivre, est collé sur l'aréomètre qui de plus porte un petit anneau en plomb (*d*) nécessaire pour l'enfoncer dans la solution très-dense. Un ou deux cristaux bien nets, du sel formant la solution, sont déposés sur la capsule (*c*), et l'on observe sur la tige aréométrique le point d'affleurement : si la solution n'est pas saturée, les cristaux se dissolvent quelque peu et l'aréomètre plus léger s'élève ; si la solution est trop concentrée, les cristaux augmentent, et l'aréomètre plus lourd s'enfonce. L'instrument est d'autant plus sensible, qu'il est plus léger, plus délicat, que la tige est plus fine, et dans ce dernier cas, il a une extrême sensibilité.

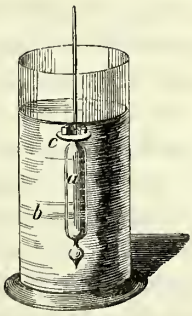


Fig. 178 *bis*.

300. Savon. — S'emploie pour frotter les bouchons de liége (38).

301. Scie. — Une scie est indispensable dans le laboratoire.

302. Sécher les filtres (181), les corps humides (172), (153).

303. Sels. — On donne le nom de *sel* au composé résultant de la combinaison d'un acide avec une base, oxyde ou alcali. Il arrive souvent que les propriétés caractéristiques de l'un et de l'autre disparaissent et sont comme *neutralisées* (274) ; le sel alors est *neutre*, et ne réagit plus sur le papier de tournesol. Quelquefois aussi le sel lui-même est acide ou alcalin.

Les sels, qui sont très-nombreux, s'obtiennent cependant par un petit nombre d'opérations que nous allons successivement examiner, de sorte qu'à l'avenir, en étudiant les sels, nous renverrons à l'un des articles suivants les détails de leur préparation. Nous dirons quelques mots aussi des oxydes. Il sera généralement suffisant d'opérer sur 1 gramme de matière.

304. *Traiter un carbonate soluble par un acide.* — Dissolvez à chaud, dans une capsule en verre, au moyen de la lampe-veilleuse, la quantité convenable de sel ; filtrez la dissolution si elle est trouble ; versez ensuite goutte à goutte l'acide avec la fiole à acide (192), tant qu'il se manifeste une effervescence ; n'ajoutez l'acide que par portions successives, et seulement quand l'effervescence précédente a cessé.

Si le nouveau sel formé est soluble et neutre, on s'assurera que la réaction est terminée, quand des papiers bleus et rouges de tournesol, plongés dans le liquide, n'y changeront pas de couleur. Il est nécessaire de faire bouillir un peu la liqueur pour chasser les dernières portions d'acide carbonique qui restent dissoutes dans l'eau. Concentrez-la ensuite de manière à la faire cristalliser par le refroidissement (142), ou bien, évaporez-la à siccité (172).

Si le nouveau sel formé est insoluble, ajoutez l'acide tant qu'il se manifeste une effervescence, et jusqu'à ce que la liqueur, légèrement acide, rougisse le papier bleu de tournesol ; jetez sur un filtre et lavez (177), jusqu'à ce que les eaux filtrées soient

sans saveur, ou ne rougissent plus le papier bleu de tournesol, et faites sécher (181).

305. *Traiter un carbonate insoluble par un acide.* — Déposez, dans une capsule en verre, la quantité convenable de carbonate insoluble préalablement pulvérisé; ajoutez de l'eau en quantité suffisante ; puis versez l'acide goutte à goutte, comme il est dit ci-dessus, de manière à décomposer le sel complétement.

Si le nouveau sel formé est soluble, le carbonate se dissoudra complétement. Assurez-vous, avec le papier de tournesol, de la neutralisation (274) ; concentrez pour faire cristalliser, ou évaporez à siccité pour obtenir le sel à l'état de matière pulvérulente.

Si le nouveau sel formé est insoluble, décomposez le carbonate en ajoutant un très-léger excès d'acide reconnaissable au tournesol ; jetez-le sur un filtre ; lavez jusqu'à ce que les eaux filtrées soient insipides. Il est également important d'opérer à chaud, tant pour faciliter la décomposition que pour chasser complétement l'acide carbonique.

306. *Traiter un sel insoluble par un acide.* — Vous opérerez exactement comme il est dit dans le traitement d'un carbonate soluble par un acide : les phénomènes sont les mêmes, sauf l'effervescence, qui ne se produit pas.

307. *Traiter un sel soluble par un acide.* — Vous opérerez comme il est dit dans le traitement d'un carbonate insoluble par un acide : les phénomènes sont les mêmes, sauf l'effervescence, qui n'a pas lieu.

308. *Traiter un oxyde par un acide.* — Si l'oxyde est soluble dans l'eau, dissolvez-le à chaud dans la capsule de verre, et ajoutez par petites portions de l'acide ; si l'oxyde est insoluble, traitez-le comme il est dit (305).

Si le nouveau sel est soluble, tout l'oxyde disparaîtra, et la préparation sera terminée, quand le papier de tournesol humecté ne changera pas de couleur, si le sel est neutre ; filtrez, si cela est nécessaire ; faites cristalliser (142), ou évaporez à siccité (172).

Si le nouveau sel est insoluble, ajoutez l'acide par petites portions, tant qu'il se manifestera un précipité, et jusqu'à ce que

la liqueur, légèrement acide, rougisse le papier bleu de tournesol; jetez sur un filtre et lavez, jusqu'à ce que les eaux filtrées soient insipides, ou ne rougissent plus le papier bleu de tournesol, et faites sécher (181).

309. *Décomposer un sel soluble par un sel soluble.* — Cette opération, que nous ferons souvent pour obtenir les sels insolubles, est celle *de double décomposition*. Presque tous les sels insolubles s'obtiennent par ce moyen. Dissolvez le sel à chaud, dans une capsule en verre, avec une quantité convenable d'eau; faites également une solution du sel qui doit précipiter le premier, et versez peu à peu l'un dans l'autre.

Le plus souvent il nous suffira de voir les sels insolubles, qui sont très-nombreux, et souvent sans intérêt; à cet effet, plongez dans la liqueur saline l'extrémité d'un petit tube ouvert (292), de manière à n'en retenir qu'une goutte, et ajoutez avec une baguette de verre une goutte de l'autre solution saline; à l'instant, le sel insoluble formé se précipitera dans le tube avec sa couleur particulière. Nous avons parlé (293) de l'emploi fort commode de ce petit tube.

310. S'il était nécessaire d'opérer la décomposition complète (291) d'une quantité donnée de sel, ajoutez à la solution de celui-ci, et goutte à goutte, la solution de l'autre sel, tant qu'il se manifestera un précipité. S'il convient de ne pas ajouter un excès de sel précipitant, laissez la liqueur se clarifier par le repos; prenez à la surface, avec le tube ouvert, une goutte limpide, et essayez-la avec une goutte de la solution saline : si le liquide tardait trop à s'éclaircir, jetez-en une très-petite quantité sur un très-petit filtre, et essayez les premières gouttes filtrées. C'est par une suite de tâtonnements que vous obtiendrez ainsi une décomposition complète. Il sera bon de conserver un peu de la solution du sel à précipiter, pour décomposer l'excès de sel précipitant que l'on aura pu ajouter.

310 *bis. Traiter un sel soluble par un alcali.* — Cette opération a le plus souvent pour but d'obtenir les oxydes métalliques insolubles; dissolvez le sel à chaud dans une capsule en verre, avec une quantité convenable d'eau.

Le plus souvent nous nous contenterons d'obtenir une très-petite quantité d'oxyde pour en voir la couleur, examiner sur lui l'action de l'air, de l'eau, de la chaleur. A cet effet, il suffit de plonger dans la liqueur saline l'extrémité d'un petit tube ouvert, qui en retient une goutte, et d'y ajouter, avec une baguette de verre, une goutte de la solution alcaline : à l'instant l'oxyde se précipitera dans le tube.

311. Quand il sera nécessaire de séparer complétement l'oxyde, opérez ainsi : dans la dissolution saline chaude, versez goutte à goutte la liqueur alcaline tant qu'il se forme un précipité, et jusqu'à ce que la liqueur bleuisse très-légèrement le papier rouge de tournesol ; jetez sur un filtre, lavez jusqu'à ce que les eaux de lavage soient insipides, ou n'aient plus d'action sur le tournesol, et desséchez. Si l'excès d'alcali était nuisible, il faudrait, après en avoir versé une petite quantité, laisser reposer la liqueur pour qu'elle s'éclaircît, en prendre une gouttelette limpide à l'extrémité du tube ouvert, et voir avec une goutte d'alcali si elle précipite encore. Dans ce cas, il faudrait ajouter de l'alcali et essayer de nouveau, par le même moyen, si la précipitation est complète. Si la liqueur ne s'éclaircissait pas promptement par le repos, il faudrait en filtrer une très-petite quantité, et essayer les premières gouttes limpides filtrées avec une goutte de solution alcaline.

312. *Dissoudre un métal dans un acide.* — Commencez par pulvériser le métal s'il peut se broyer dans le mortier, ou coupez-le en menus morceaux s'il ne peut se réduire en poudre ; posez-le sur une capsule de verre, et ajoutez l'acide. La réaction se fait tantôt à froid, tantôt à l'aide de la chaleur ; elle est lente ou très-vive ; en ajoutant une quantité convenable d'acide, le métal se dissout. Dans certains cas, pour obtenir un sel neutre, il faut que le métal soit en excès : à cet effet, dans la disposition précédente, vous ajouterez successivement du métal tant qu'il se manifestera une action, et l'opération ne sera terminée que lorsque le métal en excès ne sera plus attaqué. Quelquefois l'acide, au contraire, doit prédominer; vous en ajouterez alors quelques gouttes dans la dissolution neutre jus-

qu'à ce que le papier bleu de tournesol rougisse notablement ; filtrez la dissolution saline, et faites-la cristalliser (142), ou évaporer à siccité (172).

313. Siphon. — Le siphon est un instrument fort commode pour vider un liquide d'un vase dans un autre. Ordinairement, pour transvaser, on prend le vase plein d'une main, et de l'autre on le vide dans un autre vase à l'aide d'une baguette (29); mais quelquefois ces vases sont trop grands pour être maniés facilement; d'autres fois, le vase plein contient un dépôt qu'il importe de ne pas agiter en le séparant du liquide qui le mouille : dans ces derniers cas, il convient d'opérer le transvasement avec un siphon. C'est un tube (*a*), ouvert aux deux bouts, courbé de manière à offrir deux branches inégales (*b*) et (*c*) ; en plongeant la courte branche (*b*) dans le liquide (*n*), et aspirant avec la bouche à l'extrémité de la branche (*c*), le liquide passe dans le verre (*m*), et s'écoule tant qu'il y a du liquide dans le verre (*n*). Nous voyons que pour faire fonctionner le siphon, c'est-à-dire pour l'amorcer, il faut appliquer la bouche en (*o*) et aspirer : cette opération a des inconvénients graves, si on veut transvaser des liqueurs corrosives qui peuvent ainsi pénétrer dans la bouche.

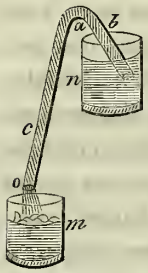


Fig. 179.

314. Le siphon ci-contre, fig. 180, s'amorce facilement et sans aucun danger. La figure indique suffisamment sa forme; les courbures se font très-facilement avec la lampe à alcool (190). Dans le milieu de la courbure, au point (*o*), est pratiquée une ouverture. Voulez-vous amorcer le siphon? plongez la branche (*b*) dans le liquide; fermez l'ouverture (*o*) avec l'index, et aspirez lentement avec la bouche par l'extrémité de la troisième branche (*d*); le liquide s'élèvera dans la branche (*b*), descendra dans la branche (*c*), et montera dans la branche (*d*) ; mais à peine sera-t-il parvenu dans cette dernière branche, cessez d'aspirer en retirant la

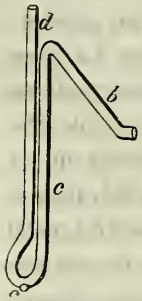


Fig. 180.

bouche; découvrez l'ouverture (*o*), et par celle-ci s'écoulera immédiatement la liqueur.

Nous avons décrit (248 *bis*) un autre mode de siphon.

315. L'ouverture (*o*) ne doit être pratiquée qu'après avoir courbé le tube : on peut la faire en usant délicatement celui-ci sur la meule ou sur un grès ; mais on peut la faire d'une autre manière, qui a l'avantage de ne pas affaiblir le tube. Fermez la branche (*b*) avec un petit bouchon de liége ou de cire, et dirigez sur le point précité (*o*) la pointe aiguë d'une flamme alimentée par le souffle du chalumeau. Quand vous jugerez le point (*o*) suffisamment ramolli, soufflez fortement par le tube (*d*), et l'air comprimé crèvera aussitôt le tube au point (*o*) pour se frayer un passage. L'ouverture pratiquée sera d'autant plus petite que vous aurez échauffé une plus petite surface du verre; quelques coups de lime ou de meule en abattront les aspérités.

316. Solubilité des solides, manière de la reconnaître (161), des gaz, appareil particulier (238), appareil de Woulf (228).

317. Spatules. — Pour prendre les corps pulvérulents, pour les déplacer, pour les introduire dans des vases à orifice étroit, on se sert de différents petits ustensiles. Une lame mince de cuivre jaune (*fig.* 181), de 0m07 de long sur 0m05 de large, courbée en forme de couloir, est fort commode. Une petite feuille de laiton (*fig.* 182) de 0m06 de long sur 0m02 de large, taillée et contournée, adaptée à un petit manche en bois, donne une spatule d'un usage continuel.

Fig. 181 et 182.

Les cartes à jouer pliées sont souvent employées.

Deux spatules plates en bois dur (*fig.* 183), de 0m10 à 0m15 de long sur 0m01 à 0m015 de large, sont indispensables ; elles

Fig. 183.

doivent être lisses et bien polies. Il serait préférable de les

faire en os : à cet effet, choisissez un os de bœuf plat et bien dense ; sciez-le de la longueur convenable ; façonnez-le à la râpe, puis à la lime plate, et finissez à la meule, qui donne le poli convenable. On trouve ces spatules à bas prix dans le commerce.

On trouve chez les fabricants de platine de très-petites spatules de ce métal, qui sont précieuses.

318. Sublimation. *Voyez* (126).

319. Supports. — *Le support pour fioles et tubes* (*fig.* 184) a l'avantage de les égoutter, de les préserver de l'introduction de la poussière, et de tenir peu de place. Il se compose d'une tige équarrie (*a*) en bois blanc, d'un mètre de hauteur environ, fixée verticalement par tenon et mortaise, avec un peu de colle forte ou de mastic (256), sur une planchette carrée (*b*), de 0m20 de large sur 0m03 d'épaisseur, servant de pied. Sur chacun des quatre pans de la tige verticale seront fixés alternativement de longs clous en fer, ou mieux des chevilles de bois (*c*). Pour empêcher les clous de s'oxyder par le contact des fioles humides, qui se saliraient en même temps, on recouvrira chacun d'eux d'un bout de petit tube ; on ferait mieux encore de passer sur le support tout entier une double couche de peinture à l'huile. Il faut avoir deux de ces supports dans le laboratoire.

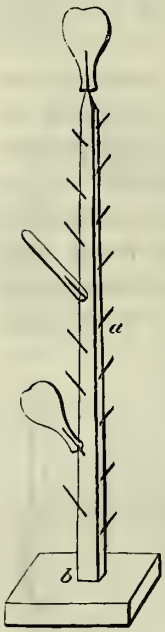


Fig. 184.

320. *Le support destiné aux manipulations* (*fig.* 185) se compose d'une tige en verre (*a*), fixée verticalement dans une planche en bois (*b*) qui sert de pied. La tige pourrait être en gros fil de fer n° 25, mais il faudrait la couvrir d'une double couche de peinture à l'huile pour la préserver de la rouille mieux vaut la prendre en cuivre.

Façonnez une planche (*b*) de bois dur, en forme de carré, de 0m20 de côté sur 0m02 d'épaisseur, et percez-la au centre avec

une forte vrille, d'un trou circulaire de 0m008 de diamètre environ ; choisissez un tube de verre (*a*) creux ou plein, exempt de nœuds ou d'aspérités, bien droit, d'un diamètre bien égal dans toute son étendue, d'une longueur de 0m60 environ, et d'une grosseur telle qu'il entre à frottement dans le trou fait à la planche. Coulez dans celui-ci du mastic (256) fondu, et enfoncez la tige verticalement, en vous aidant de la direction du fil à plomb. Nous remarquerons que les tubes de verre ne sont jamais cylindriques, mais tous légèrement coniques, ce qui est un inconvénient : c'est l'extrémité la plus grosse qu'il faut fixer dans la planche.

Fig. 185.

C'est le long de cette tige verticale que glissent les petits supports particuliers sur lesquels se posent les différents objets, lampes, capsules, fioles, entonnoirs, etc. Ils sont carrés, rectangulaires, annulaires, en crochet, faits avec du fil de fer n° 16, de 0m003 de diamètre, non recuit, et sont peints à l'huile pour les préserver de la rouille : ils ont une queue roulée en spirale qui s'adapte sur la tige du grand support.

321. *Supports carrés.* — Choisissez le fil de fer de la grosseur convenable, puis enroulez-en l'extrémité avec force en forme de spirale, sur une tige de fer de même diamètre que la tige du grand support (320), de manière à former deux pas ou deux anneaux seulement (*a*), (*a'*) ; conservez une longueur (*bc*) de 0m04 ; courbez à angle droit en (*b*), et faites un carré de 0m07 de côté, qui se terminera par une agrafe : sur ce carré vous contournerez un fil de fer fin, de manière à faire un grillage de neuf mailles égales : ce grillage sert à soutenir les objets, et c'est dans les mailles que se logent les entonnoirs.

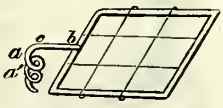


Fig. 186.

322. Faites de la même manière quatre supports grillés ou

non grillés, de forme rectangulaire, ayant même largeur que les précédents, mais une longueur double. Ils servent ordinairement à supporter les lampes *veilleuse* qu'on peut placer ainsi à la distance convenable; on pose dessus une feuille de carton sur laquelle la lampe glisse plus facilement. Quand on veut baisser ou élever la lampe placée sur ce support, il faut se servir des deux mains, de l'une soutenir et soulever légèrement l'extrémité antérieure, et de l'autre prendre et faire mouvoir l'extrémité en spirale : sans cette précaution, le déplacement de la lampe se ferait avec des soubresauts qui pourraient la renverser.

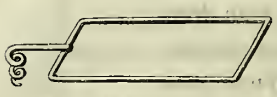


Fig. 187.

323. Faites encore deux supports annulaires, l'un de 0m04, et l'autre de 0m06 de diamètre; ayez soin que le centre des anneaux soit dans la verticale, passant par celui du carré : ces supports servent à soutenir les fioles à filtre (178), et quelquefois aussi des capsules rondes.

Fig. 188.

324. Faites aussi deux supports en crochet : ils servent à suspendre divers objets, tels que les fioles dans lesquelles on prépare les gaz.

Nous avons parlé de la pince en crochet (280).

Fig. 189.

Ces différents supports sont très-utiles. Il est nécessaire de garnir l'hélice ou la spirale de quelques brins de filasse pour qu'ils ne glissent pas trop facilement sur la tige du grand support, surtout si celle-ci est en verre; on peut encore fixer le support à la place voulue, en introduisant dans l'hélice une cheville de bois. Le glissement doit être tel qu'il obéisse facilement à la main, sans cependant céder tout seul par suite d'un petit ébranlement.

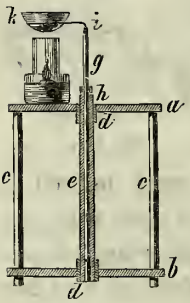


Fig. 190.

325. *Le support à glissement* (*fig.* 190) peut être avantageusement substitué au précédent, et nous sert pour toutes les opérations de fil-

tration, chauffage, etc., etc. Deux disques en bois (*a*) et (*b*), de 0m10 de diamètre et 0m01 d'épaisseur, sont reliés entre eux par trois pieds en bois (*c*), à la distance de 0m20 environ : le centre de chacun d'eux est percé d'un trou circulaire de 0m022 de diamètre; dans ce trou l'on introduit et l'on fixe à l'aide de bouchons (*d*) un gros tube central en verre épais (*e*), de 0m011 à 0m012 de diamètre intérieur, et de même longueur (0m122) que la distance d'écartement des disques; un bouchon ferme la partie inférieure de ce tube. Dans le tube (*e*) entre à frottement un tube droit (*g*) bien choisi, en verre également épais et résistant, de 0m32 de longueur; le long de ce tube glisse à frottement un bouchon de liége, ou mieux un fragment de tube en caoutchouc (*h*) faisant anneau, et qui repose sur la partie supérieure du tube (*e*); on comprend, qu'en faisant glisser cet anneau, le tube (*g*) prendra, comme un étui de lorgnette, toutes les hauteurs voulues ; le bouchon (*d*) amortit le coup si ce tube (*g*) glissait de haut par inadvertence. L'extrémité supérieure du tube (*g*) est fermée par un petit bouchon (*i*) coupé au ras du tube; c'est dans ce bouchon que s'implante par sa queue aiguë (*i*) le support annulaire en fil de fer (*k*) (*fig.* 191).

Ce dernier support est en fil de fer ou mieux de cuivre, non recuit, de 0m002 de grosseur; on contournera divers supports semblables, dont l'anneau aura des diamètres différents, pouvant supporter des capsules, des entonnoirs, des tubes, etc.

Fig. 191.

La (*fig.* 190) représente le support à glissement portant une capsule chauffée par une lampe-veilleuse.

La (*fig.* 192) représente le même support portant un entonnoir; on y voit le tube (*g*) surélevé à la hauteur nécessaire pour la facilité de cette opération.

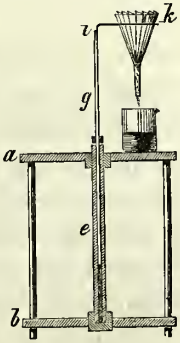


Fig. 192.

On peut encore fixer à demeure soit avec de la cire, soit

avec un fragment de bois, l'extrémité (*i*) du support (*k*) dans un fragment de tube, de 0m04 de longueur, entrant à frottement dans le tube (*g*); dans ce cas le bouchon (*i*) est supprimé, et chaque support en fil de fer est muni de son appendice en verre.

La (*fig.* 193) montre ce support en perspective, afin de mieux faire comprendre la disposition.

Fig. 193.

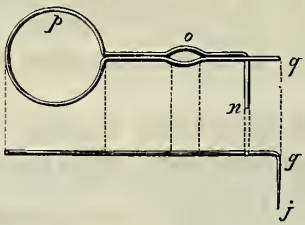


Fig. 195.

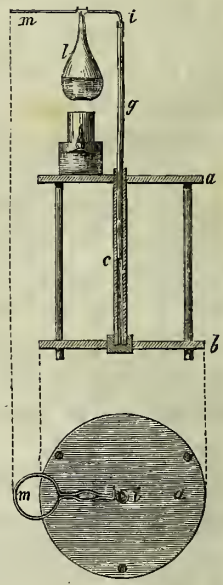


Fig. 194.

326. La (*fig.* 194) représente le même support portant une fiole (*l*) à l'aide d'une petite pince en fil de fer (*m*) d'une forme particulière que la (*fig.* 195) fera mieux comprendre.

Dans le même plan, le fil se plie à angle droit à l'extrémité (*n*), se prolonge en ligne droite en ménageant le petit anneau (*o*), s'arrondit en cercle (*p*) formant ressort, revient sur lui-même, et se termine par l'extrémité acérée (*q*), mais pliée dans un sens perpendiculaire au plan primitif. C'est l'extrémité (*q*), qui plantée dans le bouchon (*i*), maintient la pince. Il suffit de maintenir avec l'index l'extrémité (*q*), et de presser avec le pouce l'ex-

trémité (*n*), pour ouvrir la pince, et introduire en (*o*) le col de la fiole ou du tube, qui se trouve pincé et fortement maintenu, en laissant la pince se fermer d'elle-même. C'est là une petite pince aussi simple que commode, et qui nous est fort utile.

327. Le même support montre une disposition particulière, (*fig.* 196 et 197), à l'aide de laquelle on peut chauffer des tubes ou des fioles, en les tenant inclinées, comme cela est souvent nécessaire, afin d'éviter les soubresauts, projections de liquide,

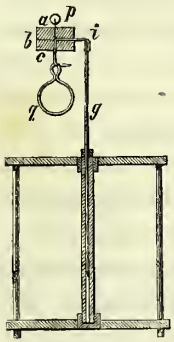


Fig. 196.

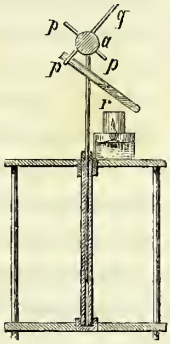


Fig. 197.

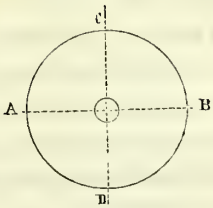


Fig. 198.

ou fractures. Les (*fig.* 196 et 197) indiquent la coupe ou profil de l'appareil suivant deux plans perpendiculaires AB et CD. Un gros bouchon de liége, de 0m03 de diamètre et de 0m04 de longueur (*a*), est traversé par la tige de fer (*b*), qui s'implante dans le petit bouchon (*i*) du tube (*g*) ; ce bouchon peut tourner sur lui-même, sur son axe ; sa pointe recourbée (*c*), formant aiguille, sert à le maintenir à l'aide d'une épingle fixée du côté convenable sur la face circulaire du liége, dans le cas, où le frottement ne serait plus suffisant pour le retenir dans la position où il est placé. Sur ce bouchon, perpendiculairement à son axe, on implante la pointe acérée de plusieurs petits supports en fil de fer, contournés en anneaux divers (*p*), ou en petite pince (*q*) semblable à celle précédemment décrite : en introduisant dans un de ces anneaux un petit tube (*r*), muni à sa tête d'un petit bouchon externe, comme le représente la (*fig.* 197)

et tournant légèrement le bouchon, on donne au tube l'inclinaison convenable.

Par tout ce qui précède nous avons voulu faire bien comprendre ce support à frottement, auquel nous nous sommes efforcé de donner toute la mobilité désirable, tous les mouvements utiles, de manière à remplacer le support en bois articulé en usage dans les laboratoires, et qui est d'un prix relativement élevé.

328. Le support à gliss ement, tel que nous venons de le décrire, n'admet l'emploi, que des petites lampes à huile dites *veilleuses*, ou des lampes à alcool : rien de plus simple que d'en appliquer le principe à un autre support, dans lequel on peut se servir de la lampe à huile ordinaire, à réservoir latéral, dite *sinombre*, que nous avons déjà signalée, et dont l'usage est si général et si précieux dans notre laboratoire. Dans cette dernière lampe, on a l'avantage considérable de modérer la chaleur, en faisant mouvoir la mèche, et c'est ce qui nous a invité à imaginer le support suivant, dont l'usage est multiple et constant entre nos mains ; c'est pour ainsi dire notre seul fourneau.

Le support (*fig.* 199 et 200) se compose de deux planches (*a*) (*b*)

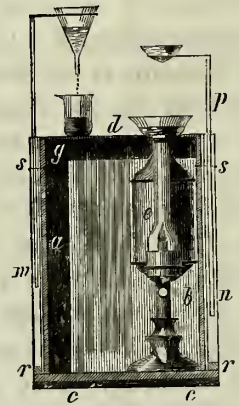


Fig. 199.

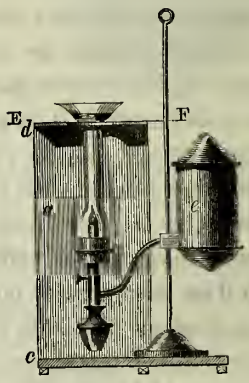


Fig. 200.

en bois mince, de 0^m15 de large et 0^m30 de long, maintenues verticalement à la distance entre elles de 0^m20, clouées à leur

base sur une planche horizontale (*c*), un peu plus large, 0m22 de long sur 0m25 de large, servant de pied, et reliées en haut par une bande de tôle mince (*d*) clouée sur l'épaisseur desdites planches. La planche (*c*) est munie de quatre pieds, pour assurer sa stabilité. C'est en résumé une sorte de boîte carrée, sans fond, posée verticalement sur une de ses faces en bois, la face opposée étant en tôle. La lampe *sinombre* (*e*) est placée dans cette boîte, et sa cheminée, qui a été écourtée convenablement, est située en dessous d'une ouverture circulaire (*i*), de 0m08 de diamètre, garnie d'un treillage en fil de fer très-fin, sur lequel repose la capsule à chauffer. La partie pleine (*g*) de la tôle peut servir à recevoir des récipients divers (voy. *fig.* 199), ou peut encore être légèrement chauffée par la lampe, pour y sécher des filtres ou autres matières humides.

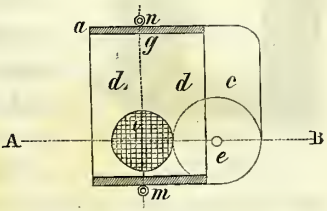


Fig. 201.

A l'extérieur et dans le milieu des planches (*a*) et (*b*) sont fixés verticalement deux gros tubes en verre épais, (*m*) et (*n*), dans lesquels glissent les tubes (*o*) et (*p*). Pour cette disposition déjà décrite, nous renvoyons à la description précédente du support *à glissement*. Pour maintenir les tubes (*m*) et (*n*), on implante dans la planche (*c*) un clou (*r*), qui traverse la tête du bouchon enfoncé avec force dans l'extrémité inférieure de chaque tube; un fil de fer (*s*), qui traverse les planches (*a*) et (*b*), embrasse et fixe leur partie supérieure.

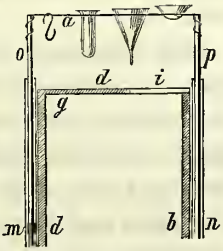


Fig. 202.

L'inspection attentive du dessin explique suffisamment toute cette disposition. Les (*fig.* 199 et 200) sont des coupes du plan (*fig.* 201). La (*fig.* 199) montre en plus des capsules et des filtres. La (*fig.* 202) représente un fil de fer (*a*), réunissant les têtes des deux tubes (*o*) et (*p*): ce fil peut être contourné en anneau,

pour supporter des tubes ou capsules. Tous les petits supports en fil de fer, indiqués déjà au support à glissement, peuvent être adaptés à ce dernier support.

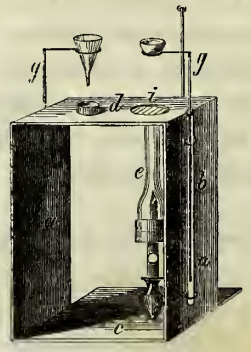


Fig. 203.

La (*fig.* 203) ci-contre fera mieux comprendre ce support dessiné en perspective.

329. Des disques en bois de différentes hauteurs (160), sciés dans une bûche bien droite, sont utiles pour soulever et maintenir diverses parties des appareils.

330. De petits cubes en bois (160) dans lesquels on a pratiqué une cavité cylindrique, sont commodes pour supporter des tubes; on pourrait les remplacer par de gros bouchons percés.

331. Table a soufflet pour la forge (95).

332. Tenailles. — Une paire de tenailles ordinaire est indispensable dans le laboratoire, ainsi qu'une tenaille coupante ou cisaille.

333. Térébenthine. — L'essence de térébenthine sert à faciliter l'allumage des grosses lampes.

334. Terre de pipe ou argile. — *Voyez* son usage (8).

335. Terrines. — Il faut avoir deux terrines communes toujours pleines d'eau, l'une pour recueillir et transvaser les gaz (223) (225), l'autre pour y tenir plongés les vases et tubes salis.

336. Tournesol. — La teinture de tournesol sert à reconnaître les substances acides et alcalines. Elle est bleue : mettez-en quelques gouttes dans une capsule en verre et ajoutez une goutte d'un acide quelconque, la couleur bleue passera de suite au rouge; dans cette liqueur rougie versez quelques gouttes d'un alcali quelconque, de la potasse ou de l'ammoniaque, elle repassera au bleu. La teinture ou solution de tournesol est rarement employée dans les laboratoires, mais le papier coloré avec cette matière est d'un usage continuel.

337. *Teinture de tournesol.* — Le tournesol se trouve dans le commerce sous forme de petits pains. Pulvérisez finement un de ces pains et faites-le bouillir avec 50 grammes d'eau dans une capsule de verre; il se dissoudra presque entièrement, en colorant fortement la liqueur en bleu : laissez celle-ci déposer, tirez à clair et enfermez-la dans une fiole bien bouchée. Cette teinture s'altère promptement, il faut donc n'en préparer qu'une petite quantité.

338. *Papier de tournesol.* — Pour faire le papier coloré, prenez du papier à lettre ou tout autre bien collé; plongez-le dans la teinture de tournesol préalablement refroidie, et placez-le ensuite sur du papier à filtre afin de lui conserver une teinte uniforme. Lorsqu'il est sec, si vous trouvez la teinte trop pâle, plongez-le une seconde fois dans la même teinture; faites-le sécher de nouveau et ensuite coupez-le par bandes de $0^{m}005$ de longueur. Préservez-le du contact de l'air en l'enfermant dans un flacon bouché. Ce papier servira à reconnaître la présence des acides.

Il est indispensable d'avoir aussi du papier rouge de tournesol : on le prépare avec du papier bleu que l'on plonge dans de l'eau dans laquelle on a mis quelques gouttes de vinaigre ordinaire, ensuite dans l'eau distillée; on le fait sécher et on l'enferme comme le papier bleu. Ce papier sert à reconnaître la présence des alcalis.

339. Trébuchet (16). — Petite balance en cuivre qui peut remplacer la balance ordinaire dont nous avons donné (9) la construction.

340. Tubes de sureté à l'aide desquels on prévient l'absorption dans la préparation des gaz (208).

341. *Tubes de verre.* — L'étudiant doit se familiariser avec le travail du verre; il doit chercher par une longue pratique à acquérir une certaine habileté, indispensable pour façonner la foule des petits appareils, dans lesquels le verre est très-souvent employé. J'oserais dire que celui qui sait travailler habilement le verre, peut se passer de toutes les dispendieuses verreries en usage dans le laboratoire. L'étudiant devra donc sans

cesse s'exercer, et se livrer fréquemment au travail du verre à la lampe, qui devient un véritable plaisir.

C'est presque toujours sur la lampe solaire, alimentée par le soufflet de forge que nous travaillerons le verre. Le jet de flamme est large, net, puissant, le dard bien régulier et la chaleur largement suffisante.

Les tubes de verre sont indispensables; ils nous servent à construire beaucoup d'appareils. Il faut les choisir blancs, nets, sans défauts. On se procurera 2 kilogrammes de ces tubes de différente grosseur, depuis 0^m02 de diamètre intérieur jusqu'à 0^m002. Il faut aussi quelques tubes capillaires et des baguettes en verre plein. Les couper (29), les étirer (196), les fermer (342), les courber (190), (233), les graver (193), les élargir (193), les chauffer (210), les nettoyer (41), (188), les soutenir (160), (330), les percer (178), (315).

342. Les *tubes fermés* à une extrémité sont de la plus grande utilité, et vous devez en préparer un assortiment de diverses grandeurs. L'opération qui a pour but de fermer un tube, pour en former un de ces vases d'un emploi si fréquent, est si bien décrite dans les manipulations chimiques de M. Faraday, que nous croyons bien faire en lui empruntant cette description. Elle s'exécute très-aisément avec un morceau de tube droit, ouvert aux deux bouts et assez long pour fournir deux tubes fermés. Supposons donc que nous ayons à faire deux tubes, clos chacun par une de leurs extrémités, avec un tube de 0^m10 à 0^m12 de long, et d'un diamètre intérieur variant depuis quelques millimètres seulement, jusqu'à 0^m01.

On commence par préparer la lampe à chalumeau (76), ou celle destinée à la forge. Faites chauffer le tube par le milieu, mais au lieu de chercher à étendre la chaleur sur une grande surface, il faut au contraire la resserrer dans un anneau étroit, et pour cela écarter les mains en tirant sur le verre dans le sens de sa longueur. Le verre s'allonge et diminue en même temps de diamètre. La manière d'appliquer la chaleur demande ici quelque explication. Si on la portait toujours dans le milieu de l'étranglement, en continuant à tirer sur le tube, il se diviserait

bientôt en deux parties terminées irrégulièrement en forme de pointe. Car à mesure que le verre s'allonge et que le diamètre, aussi bien que l'épaisseur diminuent, l'action de la flamme augmente, puisqu'elle porte sur une moindre masse; la partie la plus étroite est conséquemment la plus échauffée et cède d'autant plus facilement à la force que l'on emploie. Si, au contraire, on changeait le verre de place, de manière à ce que la flamme portât sur les portions voisines de l'étranglement, leur ramollissement pourrait surpasser celui de la partie contractée du tube, et, en continuant de tirer, on arriverait ainsi à transformer le tube primitif en un tube beaucoup plus long, mais d'un diamètre beaucoup plus petit.

Il faut prendre un milieu entre ces deux extrêmes. Aussitôt que le verre cède à la tension, que le diamètre diminue, il faut diminuer la force de manière à la proportionner au ramollissement du verre et procéder graduellement; il faut en même temps porter le verre vers l'extrémité de la flamme et même hors de la flamme, afin de pouvoir modérer la chaleur et l'appliquer principalement à une petite surface. Il est superflu de dire qu'en chauffant le verre il faut le tourner sans cesse entre les doigts, de manière à présenter successivement chacun de ses points à l'action de la flamme. Il ne faut pas chercher à donner la même forme aux deux morceaux du tube; il faut, au contraire, se servir de l'un comme d'outil, et l'employer à perfectionner l'extrémité de l'autre. On dirige en conséquence la pointe de la flamme sur la portion du verre qui doit former le fond du tube, un peu au-dessus de la partie la plus resserrée, mais de manière cependant à ne pas trop ramollir la partie épaisse de l'étranglement, en éloignant avec précaution l'une des mains : par cette opération, la partie étroite s'amincit de plus en plus, devient tout à fait capillaire, entre en fusion et finit par se diviser. L'extrémité se trouvera fermée et bien arrondie, si l'on excepte un petit bouton de verre, qui restera probablement dans le milieu, tandis que l'autre morceau sera allongé un peu irrégulièrement, quoique également fermé à son extrémité. La figure ci-jointe représente les changements successifs de la

forme et de l'aspect du tube : la partie à laquelle doit s'appliquer la plus grande chaleur est désignée par les lignes ponctuées (*a*) (*a*) (*a*).

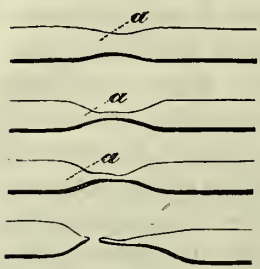


Fig. 204.

Il faut ensuite s'occuper de faire disparaître le bouton de verre resté à l'extrémité du tube. S'il n'est que d'un petit volume, il faut chauffer l'extrémité du tube juqu'à ce que le verre soit amolli : appliquant alors la bouche à l'extrémité ouverte, l'on y souffle assez fortement et suivant le degré de ramollissement du verre ; la portion dans laquelle se trouve le bouton, étant plus épaisse que le reste du verre, conserve plus longtemps sa chaleur, et par conséquent éprouve une dilatation plus considérable. De cette manière, à l'aide d'un peu d'adresse, on peut faire disparaître le bouton et donner au fond du tube une forme régulière et arrondie, d'une épaisseur à peu près égale dans toutes ses parties.

Fig. 205.

343. Lorsque le tube est trop court pour pouvoir en former deux de longueur suffisante, il faut le sceller à une de ses extrémités, opération d'ailleurs nécessaire dans un grand nombre d'autres circonstances. A cet effet, on chauffe avec précaution l'extrémité que l'on veut fermer, en inclinant un peu le tube, afin que l'air chaud ne puisse pas circuler dans l'intérieur et brûler la main qui le tient. Cette disposition a encore pour but d'empêcher que les produits de la combustion n'entrent dans le tube et n'agissent sur les substances qu'on y aurait placées. Lorsque l'extrémité sur laquelle on opère commence à s'amollir, on rapproche les bords du tube avec un morceau de verre, et après les avoir ainsi rabattus dans trois ou quatre points, on y soude ce morceau de verre lui-même, on le chauffe assez fortement au-dessus de la jonction, puis on étire les deux parties, en suivant pour le reste de l'opération les instructions précédentes.

344. *Souffler le verre.* — Les tubes soufflés en boule sont d'un

usage constant, pour remplacer fioles, ballons, matras, etc., etc. La pratique seule enseignera la mesure convenable dans le degré de fusion et l'intensité du souffle. Étirez un tube (*a*) (*a'*), chauffez fortement la partie (*a*), de manière à accumuler par fusion une grosse goutte de verre liquide (*b*) ; cette goutte ou cet amas de verre fluide devra être d'autant plus gros que la boule devra être plus forte : retirez de la flamme et soufflez très-légèrement d'abord, de manière à former le globule (*c*) ; à ce moment soufflez plus vigoureusement, car le verre plus refroidi est plus résistant, et vous obtiendrez la boule (*d*). Pendant l'insufflation il faut tourner le tube entre les doigts, pour que la boule soit bien centrale. Si, au lieu de modérer d'abord le souffle, on lui donnait une grande vigueur, le verre, très-fluide et non résistant, s'étendrait aussitôt en une énorme boule qui se briserait aussitôt par la pression de l'air qui écraserait ses minces parois.

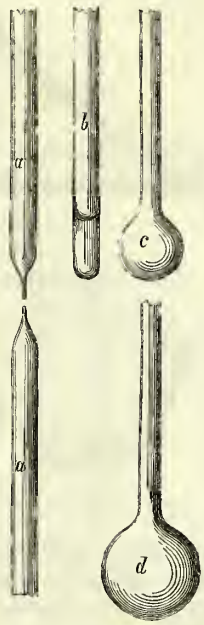


Fig. 206.

Les tubes soufflés sont pris entre les doigts ou maintenus avec un lien de papier enroulé sur la tige, si la chaleur à laquelle on les expose devient trop forte ; dans ce dernier cas il est plus commode de souder à la lampe un petit tube (*a*) (*fig.* 207) servant de main ; on peut alors chauffer impunément ce petit matras.

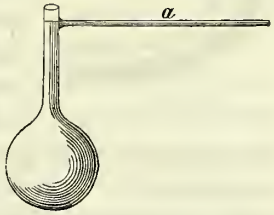


Fig. 207.

Couper les tubes. — Nous avons dit (29) comment on coupait un tube à l'aide d'un trait de lime. Lorsque le tube est un peu gros, il résiste souvent : un exellent moyen consiste à appliquer brusquement sur le trait de lime (*a*) l'extrémité fondue et rouge d'un petit tube effilé (*b*) : à cet effet on effile un tube,

on le brise à 0^m01 ou 0^m02 de distance de la partie intacte, on fond au chalumeau cette fine extrémité, qu'on convertit en une gouttelette toute rouge : c'est le contact de cette goutte, qui détermine la rupture au trait de lime. Il suffit quelquefois d'appliquer seulement sur le trait l'extrémité rougie d'un fil de fer.

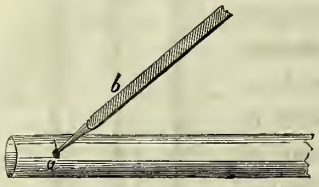


Fig. 208.

Courber les tubes. — Nous avons dit déjà la manière de courber les tubes. Si le tube est un peu gros, l'opération est difficile, si l'on veut éviter les nœuds ou plis dans la partie concave (*m*) du tube courbé, ou l'aplatissement dans la partie convexe (*n*).

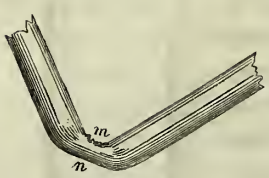


Fig. 209.

Le meilleur moyen sans contredit consiste à chauffer le tube avec la lampe à alcool à mèche plate (63 *bis*) ; le verre, chauffé relativement dans une grande longueur, cède uniformément à la pression des deux mains, et se courbe très-régulièrement. Si un léger aplatissement se manifeste à la partie externe, il faut boucher avec de la cire une des extrémités du tube déjà courbé, chauffer au point aplati, et souffler après chaleur suffisante et en dehors de la lampe ; le verre amolli, sous la pression du souffle, se gonfle et redresse sa courbure.

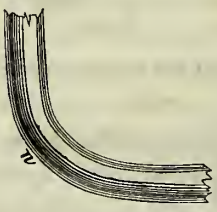


Fig. 210.

Percer les tubes. — Pour pratiquer un trou dans un tube, il faut, comme nous l'avons dit, fermer avec de la cire (*b*) une extrémité, chauffer au rouge le point (*a*) avec l'extrémité aiguë de la flamme, et souffler fortement par l'extrémité (*c*) ; le verre cède, se gonfle en boule volumineuse et frêle (*d*), qui rompue laisse un trou dans le verre.

Ce mode donne des trous un peu gros : rien de plus simple

que de faire de petits trous : chauffez vivement le point (*m*), appliquez et soudez la pointe effilée du tube (*n*), et étirez : la par-

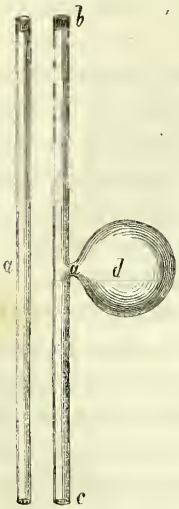


Fig. 211.

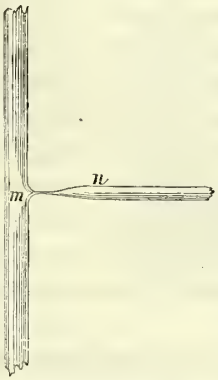


Fig. 212.

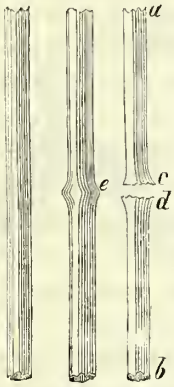


Fig. 213.

tie effilée, brisée, laissera une ouverture aussi petite qu'on peut le désirer (*fig.* 212).

Souder les tubes. — La soudure est l'opération la plus délicate et la plus difficile du souffleur de verre. On ne peut acquérir d'habileté que par une longue pratique, et l'étudiant se félicitera plus tard de sa constance dans ce travail (*fig.* 213).

Pour souder les deux tubes de même diamètre (*a*) et (*b*), soufflez dans chacun d'eux une extrémité en grosse boule, qui brisée, donnera des bavures circulaires (*c*) (*d*), à parois très-minces : juxtaposez ces bavures qui s'agglutineront comme on le voit en (*e*) ; étirez ensuite légèrement les tubes, le renflement disparaîtra, et la soudure ne sera plus visible.

Si les tubes étaient de différents diamètres, il faudrait étirer le plus gros, à la dimension du plus petit, et opérer comme il est dit ci-dessus.

Graver sur les tubes. — A l'aide de la pointe aiguisée de l'extrémité aciérée d'une lime triangulaire, dite *tire-point*, on grave

facilement des caractères sur le verre : on peut aussi tracer avec la pointe aiguë d'un fragment de cristal de roche. Mais l'outil le plus précieux est un petit diamant, monté sur tige, que nous avons déjà recommandé (156).

Nous avons exposé dans cet ouvrage, aux endroits nécessaires, les diverses opérations à faire sur les tubes. Nous terminerons par un excellent conseil : que l'étudiant aille travailler pendant quelques mois chez un souffleur de verre, et le temps passé à cette étude sera certes le mieux employé.

345. Verre en lame (156), en tubes (341).

346. Verres à expérience. — Les dissolutions à froid, les précipités et autres opérations se font dans de petits verres à liqueur ou à champagne; on devra s'en procurer une douzaine, ainsi que deux verres à boire et deux grands verres à bière à fond mince et sans dessin. Les verres de montre (50) sont aussi fort utiles.

346 (*bis*). Chauffage au gaz d'éclairage. — Le gaz de l'éclairage nous offre, dans nos laboratoires, un moyen de chauffage extrêmement commode, et qui présente sur l'alcool et l'esprit de bois l'avantage d'une grande économie.

Les appareils employés pour le chauffage au gaz diffèrent essentiellement de ceux qui servent à éclairer nos appartements. Dans ceux-ci la combustion des carbures d'hydrogène étant incomplète, la quantité de chaleur produite est médiocre, et un dépôt abondant de charbon ne tarde pas à enduire les vases exposés à leur flamme. Un mélange d'air et de gaz, au contraire, fait dans des proportions convenables, donne une flamme peu éclairante, il est vrai, mais d'un pouvoir calorifique bien plus grand, et qui est égal, sinon supérieur, à celui de la flamme de l'alcool et de l'esprit de bois. On conçoit le danger que présenterait la combustion d'un pareil mélange fait à l'avance et en grande quantité, surtout avec les becs à gaz ordinaires. Voici un petit appareil aussi simple qu'ingénieux qui résout complétement le problème et qui offre toute sécurité ponr l'opérateur, le mélange de gaz et d'air s'effectuant dans la lampe elle-même.

Cette lampe (*fig.* 214), construite par M. Wisneg, de Paris, se compose d'un tube (*a*) en cuivre, d'un centimètre environ de diamètre, vissé sur un cylindre très-court (*b*), qui porte latéralement un tube (*h*), muni quelquefois d'un robinet. Le tube (*a*) présente à la partie inférieure l'ouverture circulaire (*o*), de 4 à 5 millimètres de diamètre : la partie supérieure est terminée par un pas de vis dans lequel s'engage une espèce d'écrou (*e*), qui sert de support à un manchon (*g*) en tôle, fermé d'une part par une toile métallique à mailles serrées. Au tube (*h*) on adapte un autre tube en caoutchouc (*m*) qui puise le gaz dans les conduits.

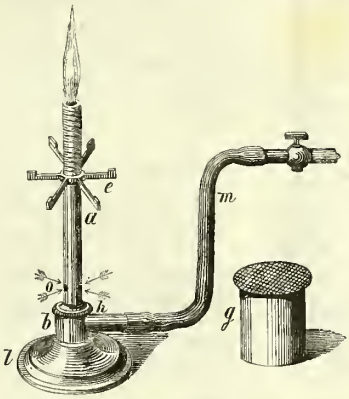


Fig. 214.

Le gaz, en s'élançant par un orifice étroit dans le tube (*a*), entraîne avec lui de l'air, et détermine, par les ouvertures (*o*), un véritable tirage dans le sens indiqué par les flèches. C'est ce mélange que l'on enflamme. Dans cet appareil, l'entrée du gaz dans le tube (*a*) est réglée de façon que ce dernier ne soit jamais en excès.

Quand on veut répartir la chaleur sur une plus grande surface et éviter ainsi la rupture des vases d'une certaine dimension, on pose le manchon (*g*) sur son support (*e*) et l'on enflamme au-dessus de la toile métallique.

Cet ingénieux appareil ne présente qu'un inconvénient, celui de coûter relativement un peu cher. Rien n'est plus aisé que de s'en construire un soi-même, qui donne d'aussi bons résultats, et dont le prix de revient ne s'élève pas au delà de quelques centimes.

On prend un tube en verre assez fusible et mince, d'un diamètre quine doit pas excéder 1 centimètre ; on l'étire légèrement

en (*a*), (*fig.* 215), soit à la lampe, soit sur des charbons ardents ; à 6 ou 8 centimètres au-dessous de cet étranglement, et sur une même circonférence perpendiculaire à l'axe du tube, on souffle trois petites boules (*b*), que l'on crève ensuite et qui constituent ainsi trois ouvertures dont on façonne les bords à la lime. Puis, après deux traits de lime, on brise le tube en (*c*) et en (*d*); on a alors le corps principal de la lampe. On y adapte, à l'aide d'un bouchon, un tube à gaz effilé (*fig.* 216), et deux fois recourbé. L'extrémité effilée ne doit pas être trop grande relativement aux ouvertures d'entrée de l'air.

Fig. 215.

Fig. 216.

On complète enfin l'appareil en fixant le tout sur un pied en bois, comme le représente la (*fig.* 217). — Rien n'est plus simple, on le voit, que la construction de cette petite lampe, qui rend, je le répète, d'aussi bons services que celle des M. Wisneg. On peut remplacer le manchon (*g*) (*fig.* 214), par une toile métallique posée sur un triangle en fer.

On a parfois besoin d'une chaleur modérée, pour la distillation de liquides très-volatils, par exemple, ou pour de petites évapo-

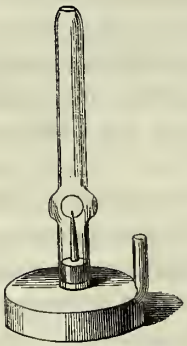


Fig. 217.

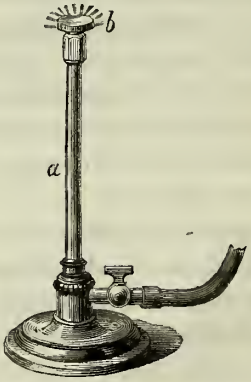


Fig. 218.

Fig. 219.

rations. La lampe précédente chauffe trop. On la remplace alors

avec avantage par un autre appareil (*fig.* 218), qui ne présente avec le précédent que les différences suivantes. Le tube (*a*) n'est percé d'aucun trou d'air à la partie inférieure ; de plus il porte un ajutage circulaire (*b*), sur la circonférence duquel sont pratiquées des ouvertures extrêmement petites livrant passage au gaz, qui forme ainsi en brûlant une sorte de couronne incandescente.

M. Wisneg a construit aussi, pour le travail du verre, une lampe à gaz qui rend d'excellents services. Elle se compose de deux pièces principales :

1° D'un chalumeau (*fig.* 219), formé de deux tubes (*a*) et (*b*) soudés à angle droit. Il est ouvert en (*e*) et terminé en (*f*) par un orifice capillaire, dont on peut régler le diamètre par des ajutages de rechange.

2° D'un tube (*g*) (*fig.* 220), qui porte latéralement un autre tube (*h*), servant d'entrée au gaz. Le chalumeau s'engage à frottement dans cette pièce par l'extrémité (*i*).

Afin de permettre au système de prendre toutes les positions possibles, au gré et selon les besoins de l'opérateur, un tube à angle droit (*fig.* 221) entre à frottement d'un côté dans la

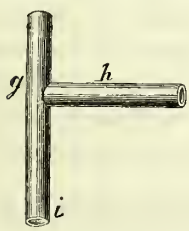


Fig. 220.

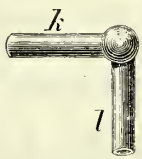


Fig. 221.

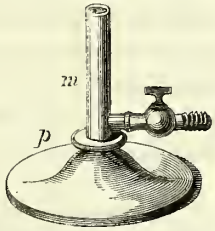


Fig 222.

partie (*h*) du tube (*fig.* 220), de l'autre dans un autre tube (*m*) porté sur un pied en fonte (*p*) (*fig.* 222). De cette manière, le système se meut dans un sens vertical autour du tube (*k*) et dans un sens horizontal autour du tube (*l*).

Ces différentes pièces adaptées l'une à l'autre, constituent l'appareil (*fig.* 223).

Le gaz arrive par le tube à robinet (*r*). Le chalumeau commu-

nique par un tube en caoutchouc (*s*), avec la soufflerie d'une lampe à émailleur ordinaire.

Cet appareil, heureusement conçu, réunit des conditions de

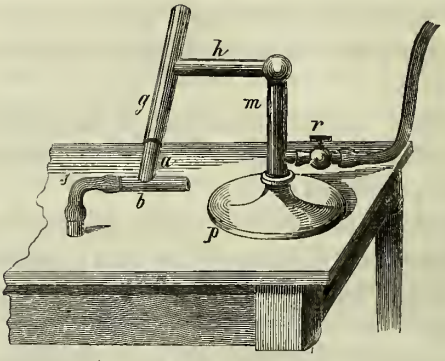


Fig. 223.

commodité, d'économie et de propreté qu'on est loin de rencontrer dans la lampe à huile ; aussi devrait-il lui être substitué partout pour cet usage (1).

347. Zinc. — Le zinc en lame sert dans plusieurs opérations ; on trouve chez les ferblantiers des rognures plus ou moins grandes, et qui sont pour nous très-convenables. On fait de la grenaille de zinc en projetant d'une petite hauteur et lentement dans l'eau froide le métal fondu. Dans le commerce on trouve aussi des fils de *zinc*, qui, en maintes circonstances, devront remplacer le fil de fer, comme résistant mieux à l'oxydation.

(1) Je dois cette note à l'obligeance de M. Richard, préparateur de M. Girardin, doyen de la faculté des sciences de Lille.

LIVRE DEUXIÈME

LIVRE DEUXIÈME

MANIPULATIONS.

348. Après avoir exposé dans le livre premier la construction, la disposition et l'usage des différents appareils et ustensiles qui sont nécessaires; après avoir donné tous les détails qui doivent guider dans l'exécution des opérations générales; après avoir enfin disposé tout le matériel de notre laboratoire, nous allons procéder aux *manipulations* proprement dites, c'est-à-dire enseigner le mode de préparer les corps et d'étudier leurs principales propriétés.

Tous les corps de la nature ne sont le plus souvent formés que par la réunion de plusieurs éléments primitifs et indécomposables, auxquels on a donné le nom de *corps simples*, qui, jusqu'à présent, sont au nombre de cinquante-cinq environ. Pour faciliter l'étude de ces derniers, on les divise ordinairement en deux classes, les *métalloïdes* et les *métaux* : nous adopterons ce classement.

Ce livre se composera de trois chapitres : dans le premier, nous étudierons les métalloïdes et les composés qu'ils forment en se combinant entre eux; dans le second chapitre, nous étudierons les métaux et les composés qu'ils forment en se combinant, soit entre eux, soit avec les métalloïdes; dans le troisième chapitre, nous enseignerons la marche à suivre pour reconnaître la nature ou les éléments d'un sel métallique, en exposant ensuite les caractères particuliers et distinctifs des bases et des acides; nous terminerons enfin par l'analyse des sels, comme exemple de manipulation fréquente et délicate.

CHAPITRE PREMIER.

MÉTALLOÏDES.

349. On compte quatorze métalloïdes, dont voici les noms :

Hydrogène.	Sélénium.
Oxygène.	Phosphore.
Chlore.	Azote.
Brôme.	Arsenic.
Iode.	Bore.
Fluor.	Silicium.
Soufre.	Carbone.

L'étude de chaque métalloïde sera suivie de celle des composés qu'il forme avec les métalloïdes précédemment étudiés; parmi tous les composés qui résultent de leurs combinaisons mutuelles, nous ne parlerons que des plus importants, passant sous silence ceux qui offrent moins d'intérêt.

350. Quelques métalloïdes et un grand nombre de leurs composés sont gazeux. Nous recommandons expressément, avant toute préparation, de lire attentivement ce qui a été dit à l'article gaz (204). La grandeur des fioles dans lesquelles se préparent les gaz, et que nous ne manquons jamais d'indiquer, devra être observée avec soin, afin de ne pas mélanger inutilement au gaz une grande quantité d'air : nous exprimons cette grandeur, tantôt en centimètres cubes, tantôt en onces, pour plus de clarté. L'once vaut environ trente centimètres cubes, le litre contient mille centimètres cubes, et le centimètre cube est le volume occupé par une quantité d'eau pesant un gramme. Rien de plus simple, par conséquent, que de mesurer la capacité des fioles, en prenant le poids de la quantité d'eau qui peut les remplir.

Dans la préparation des gaz, il faut souvent appliquer la chaleur. A cet effet, il faut toujours se servir de la lampe, dont nous indiquons la nature : ainsi, la lampe-veilleuse (57) donne une chaleur douce et facile à modérer, tandis que dans certains cas, où la chaleur doit être plus forte, la lampe à alcool (59) est plus convenable.

Enfin les quantités de matières composantes indiquées pour telle préparation gazeuse sont suffisantes pour remplir complétement de gaz le flacon-éprouvette ou récipient gazeux (212) dont la capacité devra être observée avec soin dans la construction.

En résumé, la lecture attentive du livre précédent est indispensable avant de procéder à aucune manipulation.

351. De tous les instruments et appareils décrits dans le livre premier, une partie seulement est nécessaire pour l'étude des métalloïdes. Comme il serait inutile de les construire tous à la fois, nous indiquons ci-après ceux dont l'emploi est maintenant indispensable, et que, par conséquent, il faut construire immédiatement et les premiers, ajournant la construction des autres instruments destinés à l'étude des métaux, après avoir terminé celle des métalloïdes.

Supports pour fioles et tubes (319).

Supports pour manipulations (320,325,238).

Capsules en verre (45).

Entonnoirs (167).

Mortier (270).

Lampe à huile, dite *veilleuse* (57).

Lampe solaire (99).

Lampe à alcool (59).

Lampe à alcool à double courant d'air (61).

Baguettes de verre (29).

Fioles à laver (189).

Fioles à acide (192).

Fiole à laver les précipités (178).

Appareil hydro-pneumatique pour recueillir les gaz sous l'eau (211).

Appareil pneumatique pour recueillir les gaz sous le mercure (208).

Écrans (162).

Balance ordinaire (9), (16).

Pinces (279).

HYDROGÈNE.

352. Disposez l'appareil (*fig.* 134) (215) et observez toutes les précautions prescrites.

Première préparation.—Introduisez dans une fiole de 30 centimètres cubes de capacité ou d'une once, 1 gramme de zinc en menus morceaux ; dans une autre fiole semblable, versez (192) d'abord 10 grammes d'eau, puis goutte à goutte, en agitant sans cesse, 5 grammes d'acide sulfurique : ce mélange produit une grande chaleur, qui pourrait briser la fiole si l'acide n'était pas versé avec précaution. On peut, au reste, éloigner toute crainte de rupture, en prenant la précaution suivante, qu'on fera bien d'observer à l'avenir pour tout mélange d'eau et d'acide sulfurique : c'est de tenir d'une main la fiole plongée dans l'eau jusqu'au col, et de l'autre, de verser l'acide peu à peu en agitant sans cesse : de cette manière, la chaleur produite se perd aussitôt dans l'eau, et n'échauffe pas sensiblement la fiole. Attendez que le mélange acide soit bien refroidi ; versez-le rapidement sur le zinc dans la première fiole, et adaptez à celle-ci le tube conducteur (206) que vous engagerez dans le flacon-éprouvette (212). Le gaz se dégage peu à peu d'abord, puis très-rapidement, et remplit bientôt le flacon. N'oubliez pas de rejeter les premières portions du gaz comme mélangées d'air, ainsi qu'il est prescrit (215).

Explication de la réaction. — L'eau se compose d'oxygène et d'hydrogène combinés ensemble ; sous l'influence du zinc et de l'acide sulfurique, ces deux gaz se séparent : l'hydrogène mis en liberté se dégage, l'oxygène en s'unissant au métal produit de l'oxyde de zinc, qui, se combinant aussitôt avec l'acide sulfurique, forme du sulfate de zinc qui reste en dissolution.

353. *Deuxième préparation.* — Elle ne diffère de la première

qu'en substituant au zinc un poids égal de limaille de fer; le gaz se dégage un peu plus lentement, mais sans qu'il soit nécessaire de chauffer.

Examinez les différentes propriétés du gaz hydrogène. Pour chacune des expériences suivantes vous transvaserez le gaz (222) dans une petite fiole ou un tube fermé à un bout (194).

354. *L'hydrogène est un gaz inodore, incolore, et qui brûle dans l'air au contact d'une bougie allumée.* — Fermez avec l'index la fiole pleine de gaz, tenez-la droite, retirez le doigt, et approchez aussitôt de l'orifice une bougie allumée, le gaz brûlera avec une flamme bleue. Il faut avoir grand soin de faire cette expérience avec du gaz pur; s'il était mélangé d'air, une explosion aurait lieu. Plusieurs gaz brûlent ainsi dans l'air; mais il convient mieux d'en faire l'expérience à l'avenir dans un tube en verre de 0^m10 de long sur 0^m025 de diamètre intérieur, et dont l'une des extrémités est fermée à la lampe (342) ou simplement par un disque de liége recouvert de mastic mou (194). Dans ce tube, l'inflammation se fait facilement, tandis que dans une fiole à goulot généralement étroit, elle est difficile, parce qu'elle ne peut se faire qu'avec le contact de l'air, et que celui-ci ne s'introduit qu'avec peine.

355. *L'hydrogène n'entretient pas la combustion.* — Fermez avec l'index le tube plein de gaz, renversez-le de manière à tenir l'orifice en bas, retirez le doigt, et plongez rapidement dans l'intérieur la bougie allumée, celle-ci s'éteindra. Fermez de nouveau le tube avec l'index, tenez-le droit, l'orifice en haut, retirez le doigt, approchez la bougie, et le gaz brûlera comme dans l'expérience précédente.

356. *L'hydrogène est le plus léger de tous les gaz; il est par conséquent plus léger que l'air.* — D'une main, tenez renversée, le col en bas, une fiole pleine de gaz, en la tenant bouchée avec l'index; prenez de l'autre main une fiole vide, plus grande, à col plus large, et approchez-en l'ouverture de celle de la petite fiole toujours renversée; retirez l'index rapidement en faisant aussitôt coïncider les deux orifices, renversez promptement le système de manière à mettre la grande fiole au-dessus de la

petite; le gaz passera tout entier dans la grande fiole et l'air dans la petite : en effet, en approchant de l'orifice de celle-ci la bougie allumée, il n'y aura pas inflammation, tandis qu'en tenant celle-là droite et retirant l'index qui la ferme, le contact de la flamme déterminera la combustion du gaz avec une légère détonation.

357. Conservez (226) le restant du gaz qui vous servira dans des expériences ultérieures.

358. *Lampe philosophique.* — Dans une fiole de 2 décilitres de capacité, ou 6 onces environ, introduisez (192) un mélange de 20 grammes d'eau et 10 grammes d'acide sulfurique, puis 5 grammes de zinc en menus morceaux ; versez par-dessus une légère couche d'huile, et adaptez promptement un bouchon muni d'un tube de 0^m001 de diamètre intérieur. Dans la partie inférieure de celui-ci, vous aurez introduit préalablement un petit cylindre de papier à filtre, de manière cependant à ne pas le boucher. Laissez le gaz se dégager pendant deux minutes, et au bout de ce temps, enflammez-le ; il brûlera à l'extrémité du tube avec une flamme pâle et jaunâtre. Il est très-important de laisser le gaz se dégager pendant quelque temps avant de l'enflammer, pour donner à l'air contenu dans la fiole le temps de s'échapper complétement avec lui : sans cette précaution, la flamme passerait dans l'intérieur de la fiole et déterminerait une explosion dangereuse. On met une couche d'huile pour empêcher les bulles gazeuses, qui se dégagent rapidement, de soulever le liquide en gros bouillons, et on insinue un cylindre de papier absorbant, pour arrêter l'humidité dont le gaz est imprégné, et qui, en se condensant dans le tube, serait projetée au dehors et éteindrait la flamme.

Fig. 224.

OXYGÈNE.

359. *Première préparation.* — Disposez l'appareil (*fig.* 132) (215) et observez les précautions prescrites. Desséchez dans une

capsule en verre (45), avec la lampe-veilleuse (57), 2 grammes de chlorate de potasse (2), (606) pulvérisés, et introduisez-les dans une fiole bien sèche, de 30 centimètres cubes de capacité, et à ventre large, ajoutez-y 2 décigrammes de peroxyde de manganèse, ou de peroxyde de cuivre ou de platine divisé, qui facilitent beaucoup la décomposition du sel par leur seule présence. Nous prenons grand soin de chasser l'eau préalablement, soit de la matière, soit de la fiole (188), parce qu'elle entrerait en vapeur dans le courant de l'opération, se condenserait ensuite dans l'intérieur et tomberait en gouttes qui briseraient infailliblement le verre fortement échauffé. Adaptez à la fiole le tube conducteur, que vous engagerez dans l'éprouvette. Il serait prudent de se servir du tube de sûreté (208). Chauffez avec la lampe à alcool (59), tenez d'abord la lampe à grande distance, afin de donner à la fiole le temps de s'échauffer : le contact brusque de la chaleur la briserait certainement. Quand la fiole est tiède, approchez peu à peu la lampe de manière à déterminer lentement la fusion du chlorate de potasse. La matière étant bien fondue, rapprochez la lampe de manière à chauffer plus fortement. Bientôt l'ébullition se manifeste, et le gaz se dégage. N'oubliez pas d'en rejeter les premières portions, qui sont mélangées d'air (215). Le dégagement de l'oxygène ne commence qu'au moment de l'ébullition du chlorate de potasse liquéfié ; il faut conduire la chaleur de manière à maintenir celle-ci régulière et à obtenir ainsi un dégagement gazeux, lent et constant. Vers la fin de l'opération, le chlorate de potasse liquide commence à s'épaissir ; augmentez alors la chaleur en rapprochant la lampe : l'opération est terminée, et tout dégagement cesse, quand la matière est solide et sèche ; l'éprouvette doit alors être pleine d'oxygène. Enlevez rapidement la fiole avec son tube, et suspendez-la sur le support en crochet (324) ; comme elle est très-chaude, elle se briserait si vous la posiez sur un corps froid.

Explication. — Le chlorate de potasse se compose de chlore, de potassium et d'oxygène : la chaleur le décompose, chasse l'oxygène, et il se forme du chlorure de potassium. Comme ce

chlorure n'est pas fusible à la température qui fond le chlorate de potasse, il épaissit la matière liquide au fur et à mesure de sa formation, et la rend entièrement solide quand la décomposition est terminée.

360. *Deuxième préparation.* — Disposez l'appareil (*fig.* 132) (215), et prenez les précautions prescrites. Il est indispensable de prendre le tube de sûreté (208), parce que l'opération marche difficilement, et que l'absorption est presque certaine si on ne surveille pas continuellement.

Choisissez une fiole d'une once, à ventre large, à fond mince et étroit; introduisez-y 6 grammes de peroxyde de manganèse (2), (697) en poudre, et nettoyez bien le col de la poussière adhérente avec un morceau de papier roulé. Versez (192) pardessus avec précaution 5 grammes d'acide sulfurique, en cherchant à ne pas mouiller le goulot de la fiole. Avec un petit fil de fer courbé, faites le mélange de l'acide et du peroxyde de manganèse, et placez-le dans le ventre de la fiole, loin du fond, en tenant celle-ci horizontalement; adaptez le tube conducteur, que vous engagerez dans le flacon-éprouvette, et chauffez avec la lampe à alcool (59). Il faut, comme il a été dit précédemment, commencer par attiédir la fiole en tenant la lampe à distance, et n'augmenter la chaleur que progressivement. L'air qui passe le premier est rejeté, et bientôt l'oxygène se dégage. Le dégagement se fait d'abord assez irrégulièrement, parce qu'il se forme en même temps de la vapeur d'eau, qui rend l'absorption imminente; il faut, pour l'éviter, augmenter graduellement la chaleur en rapprochant la lampe. Quand cette vapeur d'eau s'est dégagée en grande partie, le dégagement du gaz devient plus régulier et l'opération marche convenablement. Vers la fin, la chaleur doit être forte et la flamme doit lécher le ventre de la fiole.

Quand l'éprouvette est pleine, il faut enlever rapidement la fiole et la faire refroidir lentement dans l'air, en la suspendant sur le support en crochet (324).

Explication. — L'acide sulfurique chassant une partie de l'oxygène du peroxyde de manganèse, le transforme en prot-

oxyde de manganèse, et se combine avec lui pour former du sulfate de protoxyde de manganèse. La décomposition n'est pas complète, et une partie du peroxyde de manganèse reste inattaquée.

361. *Troisième préparation.* — Si l'on ne voulait obtenir que de petites quantités d'oxygène, il suffirait de décomposer par la chaleur le peroxyde de plomb ou de mercure. Choisissons ce dernier. Dans un tube préparé comme il est dit (203), introduisez un demi-gramme de peroxyde de mercure, effilez-le, et disposez-le comme on le fait (159), mais en recourbant légèrement l'extrémité effilée, pour l'engager sous un petit tube plein d'eau, servant d'éprouvette.

Examinez les propriétés de l'oxygène. Pour chacune des expériences suivantes, vous remplirez de gaz une petite fiole (222).

362. *L'oxygène est un gaz incolore, inodore, sans saveur, et rallume les corps en ignition.* — Allumez une bougie ou une allumette, éteignez-la en soufflant, de manière cependant à conserver quelques points d'ignition ; plongez-la dans la fiole pleine de gaz, et elle se rallumera aussitôt. En fermant la fiole avec l'index après chaque essai, on peut recommencer avec la même fiole plusieurs expériences de cette nature.

363. *L'oxygène active vivement la combustion.* — Fixez dans un bouchon un petit fil de fer recourbé en crochet, sur lequel vous implanterez un charbon taillé en cylindre ; allumez celui-ci et plongez-le dans la fiole pleine de gaz en y adaptant imparfaitement le bouchon ; le charbon brûlera aussitôt avec un grand éclat. L'oxygène, en se combinant avec le charbon, s'est changé en un autre gaz, l'acide carbonique, qui éteint les corps enflammés : en effet, après la combustion, une bougie allumée, plongée dans la fiole, s'éteindra aussitôt ; on pourrait encore placer le charbon dans un petit creuset d'argile ou de platine (115).

364. *Combustion du soufre et du phosphore dans l'oxygène.* — Dans une fiole pleine de gaz introduisez un petit creuset d'argile (116) contenant un fragment allumé de soufre ou de phos-

phore ; ces corps brûleront avec une grande splendeur. Le creuset est suspendu par un fil de fer implanté dans le bouchon, qui doit fermer imparfaitement la fiole.

365. *Combustion du fer dans l'oxygène.*— Implantez dans un bouchon un fil de fer très-fin, de la grosseur d'une fine aiguille, contourné en spirale serrée, et fixez à l'extrémité un morceau d'amadou allumé ; plongez le tout dans une fiole pleine de gaz ; le fer brûlera aussitôt avec un éclat difficile à supporter, en lançant des globules métalliques étincelants. Il est bon de conserver de l'eau au fond de la fiole pour que les globules viennent s'y éteindre ; s'ils touchaient directement le verre, ils le briseraient probablement.

366. *Combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène.* — Remplissez au tiers seulement une petite fiole avec de l'oxygène, et achevez de remplir (224) avec de l'hydrogène ; fermez la fiole avec l'index et enveloppez-la d'un linge, en laissant seulement l'extrémité du goulot à découvert; approchez de l'orifice une bougie allumée, retirez le doigt, et les gaz s'enflammeront avec une grande détonation. Il est prudent d'envelopper la fiole pour empêcher les éclats de se disperser, s'il y avait rupture. Nous verrons plus tard (378) que l'oxygène, en se combinant avec l'hydrogène, donne naissance à de l'eau.

367. Transvasez (222) dans une grande fiole le restant de l'oxygène préparé par les deux opérations déjà décrites. Ce gaz nous servira dans des expériences ultérieures.

EAU.

368. *L'eau est composée d'hydrogène et d'oxygène, et ces deux gaz sont combinés ensemble dans le rapport de deux volumes du premier à un volume du second.*

369. *Décomposition par l'électricité. Premier appareil ou pile.* — La pile voltaïque est un appareil destiné à produire les deux électricités contraires, positive et négative, et à accumuler chacune d'elles sur deux points extrêmes, appelés *pôles*. On distingue donc le pôle positif, c'est-à-dire celui où se condense l'électricité

positive; et le pôle négatif, où s'accumule l'électricité négative. En plongeant ces deux pôles dans l'eau, celle-ci se décompose ; l'oxygène, qui est essentiellement négatif par sa nature, se rassemble et se dégage bulle à bulle autour du pôle positif, et l'hydrogène, doué de l'électricité positive, se dégage au pôle négatif

La pile voltaïque se compose de couples ou éléments : ce sont des lames de cuivre et de zinc réunies, disposées entre elles d'une certaine manière, et qu'on fait plonger dans de l'eau acidulée ; la réaction de l'acide sur les métaux développe les deux électricités, dont la positive s'accumule sur le zinc, et la négative sur le cuivre.

370. Nous allons décrire une petite pile dite *à couronne*, parce que les couples sont disposés en cercle, et dont la construction est très-facile.

Coupez une lame de cuivre rouge (*c*), de 0^m04 de long sur 0^m008 de large, puis une lame de zinc (*z*) de même largeur et de 0^m06 de longueur; faites à l'extrémité de celle-ci un crochet, (*fig.* 225) dont la petite branche sera de 0^m01; insinuez-y la lame de cuivre (*c*), et frappez fortement avec un marteau pour déterminer l'adhérence des deux métaux (*fig.* 225 *bis*); courbez maintenant avec les pinces et à angle droit la lame de zinc à la hauteur du crochet, en conservant une longueur horizontale de 0^m01, et rabattez verticalement (*fig.* 227). Cet assemblage forme un couple : faites-en douze ou quinze semblables.

Coupez maintenant avec la lime des tubes de verre de 0^m04 de

Fig. 225.

Fig. 225 bis.

Fig. 226.

Fig. 227.

long sur 0^m01 de diamètre intérieur, d'un nombre égal à celui des couples, plus un, et fermez une des extrémités avec un petit bouchon trempé ensuite dans le mastic fondu (*fig.* 226) (256);

préparez dans un verre une eau acidulée, composée de 100 grammes d'eau et de 20 grammes d'acide nitrique.

Cela fait, il nous reste à disposer la pile (*fig.* 228) : mettez du sable dans une assiette, et plongez les tubes de verre en les disposant circulairement; remplissez-les d'eau acidulée, puis placez-y les couples, en sorte que le cuivre et le zinc d'un couple plongent chacun dans un verre séparé, et que par conséquent le cuivre de l'un et le zinc de l'autre plongent dans le même tube, sans cependant se toucher. Par cette disposition, dans un des tubes extrêmes (*p'*) plongera une lame de zinc, qui sera le pôle positif, et dans l'autre (*n'*) une lame de cuivre, qui sera le pôle négatif; placez dans chacun d'eux un fil de platine (*a*) et (*b*), dont une extrémité plongera dans un des tubes (*p'*) (*n'*), et dont l'autre, recourbée, plongera dans un petit verre ou une petite capsule à fond plat (*V*) contenant également de l'eau acidulée. (*fig.* 229). A peine la communication sera-t-elle établie dans l'ap-

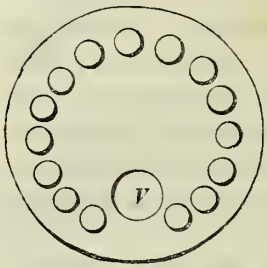


Fig. 228.

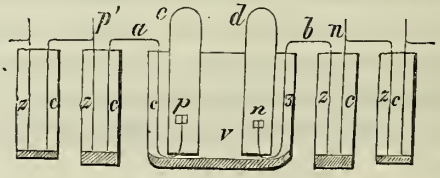


Fig. 229.

pareil, qu'on verra les gaz se dégager sur les fils de platine ; on les recueillera en renversant sur chacun d'eux des tubes (*c*) (*d*) fermés à un bout (342) et pleins d'eau acidulée; nous choisirons ces deux tubes de même diamètre pour voir le volume du gaz formé, dont l'un est double de l'autre : le premier gaz qui se dégagera (*n*) est de l'hydrogène et l'autre qui se produira (*p*) est de l'oxygène. Nous pouvons, au reste, nous en assurer : au bout de deux heures, nous avons assez de gaz pour les reconnaître ; en plongeant une allumette en ignition seulement dans l'un,

elle s'allumera, et une bougie allumée, approchée de l'orifice de l'autre, déterminera une petite explosion. Nous prenons des fils de platine pour pôle, parce que des fils de cuivre ou de fer retiendraient l'oxygène en s'oxydant. Au bout de deux heures la pile ne marche plus que lentement ; on lui rendra son activité en renouvelant l'eau acidulée des tubes à l'aide de la pipette (196).

Deuxième appareil ou pile. — On peut remplacer les tubes par des verres de montre, et les métaux par des fils de cuivre et de zinc qu'on trouve dans le commerce. Choisissez des fils de zinc et de cuivre rouge, de 0^m0015 à 0^m002 de diamètre; coupez l'un et l'autre en bouts de 0^m30 de longueur, et contournez chacun en spirale plate (*fig.* 229_1), ou *élément* de grandeur suffisante pour être placé dans un large verre de montre (*m*). Placez une spirale en cuivre dans le fond dudit verre (*m*), superposez un disque de papier à filtre, placez au-dessus une spirale en zinc, avec grand soin de ne pas laisser se toucher les deux métaux, remplissez le verre d'eau acidulée et vous aurez constitué la pile; il suffit de réunir une douzaine de piles semblables, pour décomposer l'eau très-énergiquement.

Fig. 229_1.

A cet effet disposez circulairement dans une assiette avec du sable douze verres de montre, entre lesquels vous placerez de petits tubes de verre pleins de mercure, et dans chacun desquels les fils plongeront.

Disposez donc dans une assiette avec sable douze piles semblables, en plaçant entre chacune d'elles un petit tube de verre contenant du mercure ; dans ce tube plongera l'extrémité recourbée de l'élément zinc (*z*) de gauche et l'extrémité de l'élément cuivre (*c*) de droite, de sorte que la communication entre ces métaux existera aussi bien que s'ils étaient soudés entre eux.

Les figures 229_2 et 229_3 indiquent en plan et en coupe la disposition de cet appareil.

Troisième appareil ou pile. — Cette pile est encore plus simple

que la précédente, mais elle montre très-suffisamment le phénomène de la décomposition de l'eau.

Fig. 229_2.

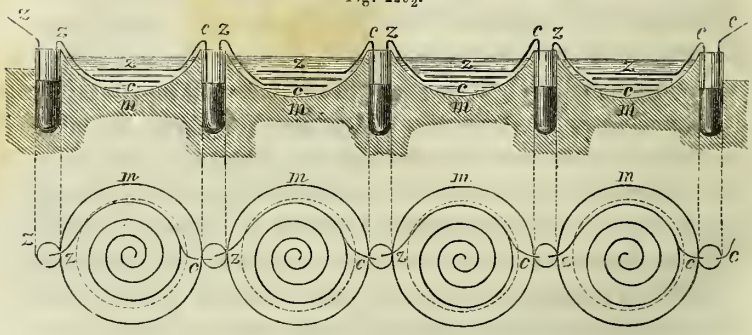


Fig. 229_3.

C'est une série de petites fioles (*a*) (*fig.* 229_4), contenant 25 cent. cubes environ d'eau acidulée, et dans chacune desquelles plongent, *sans se toucher*, un fil de cuivre et un fil de zinc. A chaque fiole est fixée latéralement avec un peu de cire à ca-

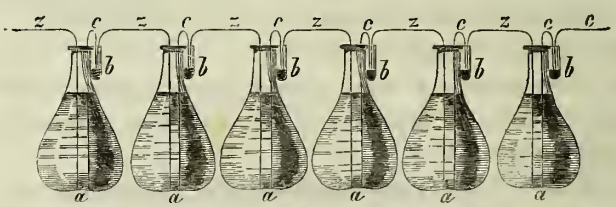


Fig. 229_4.

cheter un très-petit tube (*b*) contenant du mercure, et c'est dans ce métal que plongent les extrémités des éléments voisins cuivre et zinc.

La figure 229_4 indique suffisamment la disposition générale de cet appareil, qu'on peut composer, sans aucuns frais, d'une douzaine de fioles semblables.

Quatrième appareil ou pile. — Dans un tube de verre fermé (*a*) de 0^m015 de diamètre et 0^m10 de longueur (*fig.* 229_5), contenant de l'eau acidulée, on introduit d'une part un fil de cuivre de 0^m50 de longueur contourné en spirale (*c*) (*fig.* 229_7), et dans le centre de ladite spirale, *mais sans la toucher*, un fil droit en

zinc (*z*) : pour maintenir le fil de zinc (*fig.* 229_6) ; son extrémité s'engage dans un bouchon placé à frottement dans le fond du

Fig. 229_5.

Fig. 229_6.

Fig. 229_7.

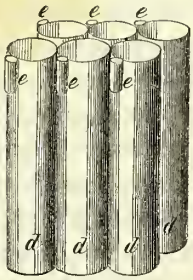


Fig. 229_8.

tube : ce dernier peut être fermé à la lampe, ou plus simplement par un disque de liége mastiqué. Telle est la pile élémentaire dont la réunion au nombre de quatre seulement suffit pour décomposer l'eau.

La figure 229_8 indique la disposition de douze tubes (*d*) accolés et reliés entre eux par de la cire à cacheter ; dans les angles rentrants sont également collés les petits tubes (*e*) contenant du mercure, et destinés à faire communiquer le zinc d'un tube avec le cuivre du tube voisin. Cet ensemble est solide, stable, et constitue une petite pile presque élégante.

La figure 229_9 montre en perspective cette pile garnie de ses éléments cuivre et zinc. Les petits tubes extrêmes (*p*) (*q*) contiennent les pôles ; dans chacun d'eux plongent les fils de platine (*r*) et (*s*) traversant le bouchon mastiqué (*t*) qui ferme l'entonnoir brisé (*u*)

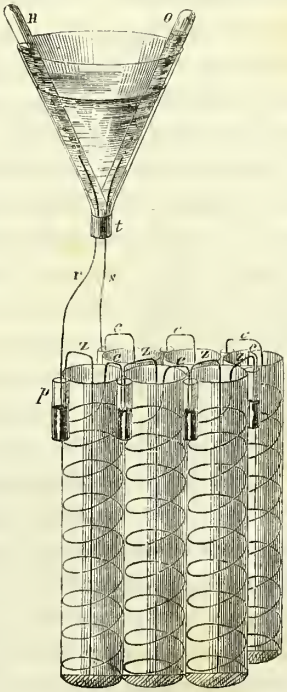


Fig. 229_9.

plein d'eau aciduléc : au-dessus de ces fils sont renversés les tubes (*o*) et (*h*), dont l'un contient l'oxygène et l'autre l'hydrogène provenant de la décomposition de l'eau.

371. *Cinquième appareil ou pile.* — Dans toute réaction chimique il se développe de l'électricité ; dans le petit appareil que nous allons décrire, et qui est dû à M. Becquerel, les deux électricités se produisent séparément, et sont assez puissantes pour décomposer l'eau. Préparez une dissolution concentrée de sel marin et faites-y dissoudre quelques morceaux de potasse caustique. Versez cette liqueur dans une capsule ou petit verre à fond plat (*V*) ; choisissez un tube de verre (*a*) de 0^m04 de long et 0^m008 de diamètre intérieur ; faites une pâte épaisse de terre de pipe blanche humectée avec la solution saline précédente ; fermez-en l'extrémité du tube (*a*) en la tassant légèrement ; remplissez celui-ci d'acide nitrique concentré, et faites-le plonger dans la capsule (*V*). L'action lente de l'acide nitrique sur la potasse à travers l'argile développe de l'électricité négative dans l'acide et de l'électricité positive dans la liqueur saline : pour les recueillir, adaptez à chaque extrémité d'un fil de platine (*b*) une lame de même métal, de 0^m01 de long sur 0^m005 de large ; courbez le fil comme l'indique la figure 230 et placez-le de manière qu'une lame (*c*) plonge dans l'acide, et l'autre (*d*) dans la liqueur alcaline : les électricités s'accumuleront sur ces lames, et l'oxygène se dégagera sur celle (*d*) qui plonge dans la liqueur saline. L'hydrogène se dégage aussi sur l'autre lame, mais sans être visible, parce qu'il décompose l'acide nitrique en s'emparant d'une partie de son oxygène, et le transforme en acide nitreux, dont la couleur jaune se manifeste bientôt. On recueille l'oxygène dans un tube (*e*) plein de la liqueur saline et renversé sur la lame de platine. En douze heures on obtient dans cet appareil un centimètre cube d'oxygène dont on peut reconnaître les propriétés.

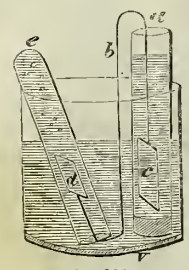


Fig 230.

372. *Sixième appareil ou pile.* — La pile de Daniel ou de M. Becquerel permet aussi d'opérer la décomposition de

l'eau ; elle doit être disposée comme nous l'avons dit (166 *bis*). Il faut enrouler à l'extrémité de chacun des fils de cuivre conducteurs un petit fil de platine, et c'est ce dernier qu'il faut plonger dans l'eau, si l'on veut recueillir l'oxygène. Cette dernière obligation peut être évitée à l'aide de l'appareil suivant, dont l'effet est certain. Prenez un large tube ou la moitié d'un verre de lampe, autrement dit verre à quinquet ; adaptez à une de ses extrémités un bon bouchon, qui sera traversé par deux fils de platine, distants d'un demi-centimètre environ, et dépassant le bouchon de 2 centimètres ; leurs parties inférieures, et de longueur quelconque, plongeront chacune et isolément dans un petit godet ou tube fermé, contenant un peu de mercure. Le bouchon sera enduit extérieurement et intérieurement avec un vernis qui le rende imperméable, composé de cire d'Espagne dissoute dans l'alcool concentré. Versez dans ce tube de l'eau légèrement aiguisée avec de l'acide hydrochlorique, plongez chacun des fils conducteurs en cuivre de la pile dans chacun des godets de mercure, et vous verrez à l'instant les gaz se dégager sur les fils de platine.

373. *Le point d'ébullition de l'eau varie avec la pression.* — Sous la pression ordinaire de l'atmosphère l'eau entre en ébullition à une chaleur de 100° : si la pression diminue, l'eau bout à une température inférieure à 100°, et enfin, dans le vide, l'eau bout sans application de chaleur. Faites bouillir fortement pendant un quart d'heure 20 grammes d'eau dans une fiole de 2 à 3 onces de capacité. Au bout de ce temps bouchez celle-ci promptement et aussi parfaitement que possible avec un bouchon très-bien fait et préparé à l'avance ; puis coiffez-le d'un morceau de vessie mouillé que vous ficellerez avec soin : ces précautions ont pour but d'empêcher la rentrée de l'air dans la fiole. En cet état l'espace libre au-dessus de l'eau est rempli de vapeur ; appliquez contre les parois un linge ou un papier mouillé, l'eau bouillira aussitôt, parce que les vapeurs aqueuses se condensent et forment un vide qui détermine l'ébullition ; en plongeant la fiole dans l'eau bouillante, ou en la chauffant légèrement au-dessus de la lampe, l'ébullition cesse, parce que les

vapeurs aqueuses se forment et produisent sur l'eau une pression qui en arrête l'ébullition. Par l'application successive du froid et de la chaleur, on peut ainsi déterminer ou arrêter l'ébullition. Il faut faire cette expérience avec prudence, car entre nos mains, dans une de nos leçons publiques, la fiole s'est brisée, en produisant une violente explosion.

374. *Mode d'ébullition de l'eau.* — Quand on chauffe un corps solide, une tige métallique, par exemple, la chaleur se propage en passant d'une molécule à l'autre : la molécule chauffée cède sa chaleur à la voisine, qui la cède à la suivante, et ainsi de suite. Le mode d'échauffement de l'eau n'est pas le même : la molécule chauffée devient plus légère que les molécules voisines, et s'élève à la surface du liquide, en cédant sa place à ces dernières, qui s'élèvent de même ensuite par l'application continue de la chaleur ; mais ces molécules, en traversant les couches froides supérieures, se refroidissent et retombent au fond du vase, où elles puisent une nouvelle chaleur qui les fait monter de nouveau : il y a donc un mouvement continuel d'ascension des molécules plus chaudes et de descente des molécules plus froides, jusqu'à ce qu'elles aient toutes la même température ; mais cet équilibre ne peut avoir lieu, parce que les molécules parvenues à la surface perdent par rayonnement leur chaleur acquise. Tous ces phénomènes sont rendus évidents en chauffant dans une fiole de l'eau dans laquelle on a jeté de la sciure de bois : on voit les particules ligneuses, qui ont la même densité à peu près que l'eau, s'élever et retomber successivement.

375. *L'eau ne s'évapore que difficilement dans des vases chauffés au rouge.* — L'eau s'évapore à toutes les températures, même les plus basses : ainsi, une goutte, placée en hiver sur du marbre ou tout autre corps non absorbant, disparaît bientôt. Cette évaporation augmente avec la température, mais elle semble s'arrêter à une chaleur rouge ou blanche. Pliez une petite feuille de platine en forme de capsule (85), ou prenez la cuiller en platine (49), saisissez-la avec les pinces et plongez-la dans la flamme de la lampe à alcool, de manière à la faire for-

tement rougir ; prenez une goutte d'eau avec une pipette ou à l'extrémité d'un tube de verre, et placez-la doucement dans la cavité de la feuille métallique rougie ; elle s'arrondira aussitôt, prendra un rapide mouvement de rotation, et ne diminuera de volume par évaporation que très-lentement. On peut ainsi placer une goutte d'eau de la grosseur d'un gros pois. Si, avant que la goutte ait complétement disparu, vous retirez du feu la feuille de métal, la température s'abaissera, et la goutte, au bout de quelque temps, se réduira instantanément en vapeur en produisant une explosion. Ce fait curieux n'a pas encore reçu d'explication satisfaisante.

376. *Distillation de l'eau.* — L'eau ordinaire, quoique claire et bien limpide, n'est pas pure ; elle contient toujours quelques sels en dissolution. On obtient de l'eau parfaitement pure, en la réduisant en vapeurs, qui sont condensées dans un vase séparé maintenu froid. C'est alors de l'eau *distillée,* dont on se sert dans les laboratoires. Nous donnons ci-contre l'appareil à l'aide duquel nous feron s l'eau distillée, que nous emploierons sou-

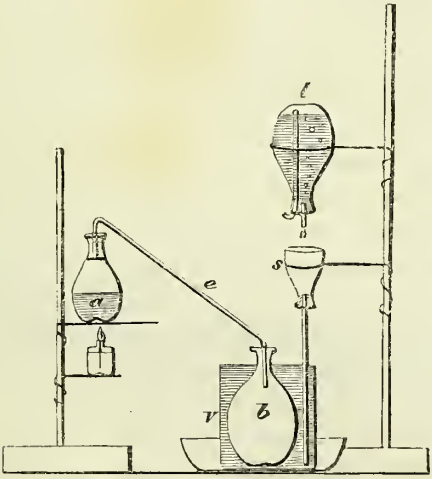


Fig. 231.

vent dans nos opérations. Emplissez d'eau jusqu'aux deux tiers une grande fiole (*a*), à laquelle vous adapterez, avec un bon

bouchon, le tube (*e*), qui plongera dans une autre grande fiole vide (*b*); celle-ci sera placée dans un verre plein d'eau reposant sur une assiette. Chauffez avec la lampe à alcool la fiole (*a*), et les vapeurs aqueuses, après avoir traversé le tube (*e*), se condenseront dans la fiole (*b*). L'eau s'échauffe peu à peu dans le verre et doit être renouvelée : à cet effet, faites plonger jusqu'au fond du verre (*v*) un tube de verre ouvert aux deux bouts, auquel a été adapté supérieurement un entonnoir (*s*), et versez dans celui-ci un léger filet d'eau froide au moyen d'une bouteille à laver (*l*) (189) dont vous réglerez l'écoulement de manière à maintenir froide l'eau du verre (*v*). L'eau froide gagnera le fond du verre, et l'eau échauffée s'écoulera par-dessus les bords en retombant dans l'assiette; vous viderez celle-ci avec le siphon.

On pourrait encore simplifier l'appareil en engageant le tube (*e*) écourté dans un tube de 1 mètre de longueur au moins et de 1 centimètre de diamètre, qui servirait suffisamment de réfrigérant, en raison du refroidissement continuel de ses parois dans l'air. Dans ce cas on supprimerait la fiole (*l*), ainsi que le vase (*v*), et l'entonnoir (*s*).

Nous avons indiqué (157) un appareil différent et très-commode.

377. *L'eau contient toujours de l'air en dissolution.* — En chauffant légèrement de l'eau dans une fiole, on voit des bulles d'air se dégager bientôt et s'attacher aux parois du verre. L'eau bouillie est privée d'air. Cette séparation se fait aussi dans la congélation de l'eau. En versant dans de l'eau aérée une dissolution concentrée d'un sel, ou de l'alcool, on voit l'air se dégager.

378. *Formation de l'eau.* — Nous avons prouvé que l'eau se composait d'hydrogène et d'oxygène. Nous allons montrer maintenant que ces deux gaz en se combinant forment de l'eau. Faites une lampe philosophique semblable à celle décrite (358), et enflammez l'hydrogène qui se dégage; placez au-dessus du jet enflammé, en l'engageant un peu, un tube de 0^m01 de diamètre intérieur, et de 0^m10 au moins de longueur; bientôt vous verrez les gouttes d'eau ruisseler dans l'intérieur du tube. On

conçoit que c'est avec l'oxygène de l'air que se combine l'hydrogène pour former de l'eau. Cette lampe pourrait ... qu'on peut lui faire

q b ce cha de ils r ... t e), ... s- te re u- é- n- it, les u- in-

29	30	32	34	35	37	39	41	43	45	48	50	53	55	58	62	65	68	72	76	80	85	90	96	102	109	115	124	132	141
52	55	58	61	64	67	71	74	78	82	86	91	95	100	106	111	117	124	131	138	146	155	165	176	»	»	»	»	»	
87	92	97	102	107	112	118	124	130	137	144	152	160	168	177	186	196	208	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»		
139	146	153	161	169	173	187	197	207	218	230	241	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»			
[illegible]	208	218	229	241	254	268	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»			
273	288	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»		
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»		
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»		
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»		
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60		

...eau ... er- ... mometre centigrade ... iel- lement par le mélange de certaines substances (nous reviendrons sur ces mélanges réfrigérants) : versez dans un verre à

pied 5 grammes d'acide hydrochlorique, jetez par-dessus 8 grammes de sulfate de soude cristallisé et grossièrement pulvérisé, et agitez avec un tube fermé à un bout, de 0^m01 de diamètre intérieur au plus, dans lequel vous aurez versé 4 grammes d'eau, celle-ci se congèlera bientôt. Nous savons que tout corps solide absorbe de la chaleur en se dissolvant: dans ce cas, le sulfate de soude soutire en se liquéfiant assez de chaleur pour déterminer la congélation de l'eau.

382. *Deuxième expérience.* — On peut encore opérer autrement, d'après ce principe que tout corps absorbe de la chaleur en passant à l'état de vapeur. Fermez à la lampe à alcool un tube mince de 0^m002 à 0^m003 de diamètre intérieur, et introduisez-y 1 gramme d'eau pure; enveloppez l'extrémité d'un peu de coton que vous plongerez dans l'éther sulfurique ; attachez le tube à une longue ficelle et faites-le tourner rapidement, pour accélérer l'évaporation de l'éther; plongez de nouveau dans ce dernier liquide et faites tourner encore : après avoir opéré deux ou trois fois, l'eau sera congelée.

383. *Tension de la vapeur d'eau.* — Remplissez d'eau une fiole jusqu'à moitié seulement et fermez-la avec un bouchon traversé d'un long tube ouvert aux deux bouts, dont une extrémité plongera dans l'eau jusqu'au fond de la fiole, et dont l'autre, extérieure, sera courbée à angle droit près du sommet; chauffez avec la lampe à alcool : bientôt les vapeurs qui se forment acquièrent une force élastique capable de faire jaillir l'eau par l'extrémité extérieure du tube et de vider complétement la fiole. On ferait bien d'effiler le tube.

384. *Condensation de la vapeur d'eau.* — Mettez une légère couche d'eau dans une grande fiole, et faites-la bouillir pendant quelque temps de manière à chasser l'air complétement et à remplir la fiole seulement de vapeurs aqueuses ; adaptez ensuite un bon bouchon muni d'un tube effilé, et renversez celui-ci dans l'eau; bientôt vous verrez un jet liquide s'élever dans la fiole, par suite du vide produit par la condensation de la vapeur. Ce genre d'expérience est décrit en détail (238).

385. *Reconnaître une eau potable.* — Faites dissoudre dans

l'eau chaude un peu de savon ordinaire et filtrez la liqueur, qui devra passer claire et limpide. Celle-ci, versée dans l'eau distillée ou pure, ne la troublera pas, dans l'eau de fontaine ou de source la troublera légèrement, et dans l'eau de puits y formera, par l'agitation, de nombreux grumeaux blancs insolubles : à ce dernier caractère on reconnaît une eau non potable et impropre à la cuisson des légumes. L'eau de puits contient ordinairement plusieurs sels calcaires, qui forment avec le savon des combinaisons insolubles.

CHLORE.

386. Disposez l'appareil (*fig. B*) (297), et observez toutes les précautions prescrites.

Première préparation. — Versez (192) dans une fiole de 6 centilitres de capacité, ou 2 onces, 10 grammes d'acide hydrochlorique ; essuyez bien le goulot s'il est mouillé par l'acide ; versez ensuite 3 grammes de peroxyde de manganèse (697) finement pulvérisé, et adaptez promptement le bouchon muni du tube de sûreté (208), que vous engagerez aussitôt dans l'éprouvette pleine d'eau. Il est nécessaire d'opérer rapidement, pour ne pas perdre le gaz qui se dégage déjà à froid. Vous rejetterez, comme à l'ordinaire et comme il a été dit, les premières portions de gaz, mélangées d'air. Quand le dégagement à froid a cessé, chauffez bien modérément avec la lampe-veilleuse (57), et il reparaîtra d'une manière constante et régulière jusqu'à la fin de l'opération. Il faut se garder de chauffer plus que modérément, parce que l'acide hydrochlorique, qui n'est qu'une dissolution d'un gaz très-soluble dans l'eau, s'échapperait à l'état de vapeur gazeuse, qui déterminerait bientôt l'absorption. L'opération est terminée quand le liquide entre en ébullition dans la fiole ; l'éprouvette doit être remplie de gaz, si la manipulation a été bien conduite.

Explication. — L'hydrogène de l'acide hydrochlorique s'unit à l'oxygène du peroxyde de manganèse pour former de l'eau ; le chlore, mis en liberté, se partage en deux parties, dont l'une se dégage, et l'autre s'unit au manganèse pour former du chlorure de manganèse, qui reste en dissolution.

387. *Deuxième préparation.* — Pesez 4 grammes de sel marin ou sel de cuisine, et 2 grammes de peroxyde de manganèse en poudre ; pulvérisez-les intimement dans un mortier (270), et introduisez le mélange bien fait dans une fiole de 6 centilitres de capacité. Dans une autre fiole, versez 5 grammes d'eau, puis 10 grammes d'acide sulfurique que vous mélangerez comme il a été recommandé (352) ; versez rapidement ce liquide dans la première fiole, et adaptez promptement le tube conducteur de sûreté (208), après avoir essuyé le goulot avec du papier. L'opération se conduit exactement comme la précédente : le succès dépend du mélange intime du sel marin et de l'oxyde de manganèse, et des précautions apportées dans le chauffage. La matière, qui se boursoufle d'abord, passerait dans la fiole si l'on chauffait trop vivement. Il faut se servir de la lampe-veilleuse (57), parce que la lampe à alcool donne une trop grande chaleur, difficile à conduire. Au reste, quand nous indiquons l'emploi de telle ou telle lampe, c'est que l'expérience nous en a démontré l'utilité, et on fera bien, dans l'intérêt du succès des opérations, de toujours l'observer. Le dégagement du gaz cesse quand le liquide de la fiole commence à bouillir et que l'absorption est menaçante : l'éprouvette doit alors être pleine de chlore.

Explication. — Le sel marin est du chlorure de sodium. L'eau se décompose ; l'hydrogène s'unit au chlore et l'oxygène au sodium, de manière à transformer le sel en hydrochlorate de soude. L'acide sulfurique se combine avec la soude, forme du sulfate de soude, et rend libre l'acide hydrochlorique. Ce dernier gaz se trouve alors en présence du peroxyde de manganèse, comme dans l'opération précédente, et l'explication déjà donnée devient suffisante. Les nouveaux sels formés, et qui restent en dissolution dans la liqueur, sont, dans ce cas, du sulfate de soude et du chlorure de manganèse.

388. *Troisième préparation.* — Faites un mélange de 5 grammes d'acide hydrochlorique et 3 grammes d'acide sulfurique. Si vous versiez brusquement un acide sur l'autre dans une fiole, il y aurait sans doute explosion, parce que la chaleur produite serait si forte, qu'elle dégagerait abondamment une grande

quantité de vapeurs gazeuses qui pourraient déterminer la rupture de la fiole ; il faut donc faire le mélange avec précaution, et surtout éviter cette grande chaleur, qui ferait perdre beaucoup de gaz hydrochlorique. Pour cela, versez (192) d'abord les 5 grammes d'acide hydrochlorique dans une fiole de 3 centilitres de capacité : plongez d'une main, et jusqu'au col, cette fiole dans l'eau, et versez-y goutte à goutte les 3 grammes d'acide sulfurique. Après les quatre ou cinq premières gouttes, agitez la fiole dans l'eau, jusqu'à ce que les vapeurs blanches qui se dégagent aient disparu ; versez alors autant de gouttes, agitez encore, et opérez toujours ainsi, jusqu'à ce que tout l'acide ait été versé. En ajoutant de cette manière l'acide sulfurique par très-petites portions, il se produit peu de chaleur, et, par suite, moins de vapeurs. Quand le mélange est terminé, introduisez dans cette fiole 2 grammes de peroxyde de manganèse pulvérisé, et adaptez rapidement le bouchon avec le tube conducteur de sûreté (198), que vous engagerez aussitôt dans l'éprouvette. Le dégagement du gaz se fera régulièrement, en chauffant très-modérément, comme il a été dit ci-dessus, avec la lampe-veilleuse. Les précautions à prendre dans le courant de l'opération sont les mêmes que précédemment.

Explication. — L'acide hydrochlorique donne avec le peroxyde de manganèse, comme il a été dit, du chlorure de manganèse et du chlore qui se dégage ; mais l'acide sulfurique agit sur le chlorure de manganèse, qui, par la décomposition de l'eau, s'est changé en hydrochlorate de protoxyde de manganèse : il s'unit au protoxyde pour former du sulfate de protoxyde de manganèse, et met en liberté d'acide hydrochlorique ; celui-ci, se trouvant en présence du peroxyde de manganèse, donne, en se décomposant, comme il a été expliqué, du chlore qui se dégage. On obtient ainsi du sulfate de protoxyde de manganèse seulement, et beaucoup plus de chlore avec la même quantité d'acide hydrochlorique.

Examinons les propriétés du chlore.

389. *Le chlore est un gaz de couleur jaune verdâtre et d'une odeur suffocante ; il asphyxie les animaux et éteint les corps en*

combustion. — Sa couleur est bien évidente dans l'éprouvette qu'il remplit. Faites passer (222) quelques bulles dans une fiole, et respirez-les avec ménagement ; vous sentirez un violent picotement dans le nez, et une grande sécheresse dans la gorge. Respiré plus abondamment, il déterminerait une violente migraine et provoquerait peut-être un crachement de sang dangereux. Dans une fiole ou un tube (194) plein de gaz, introduisez un insecte, une mouche, par exemple, elle périra aussitôt. Plongez dans la même fiole une bougie allumée, elle s'éteindra, en brûlant d'abord avec une flamme jaunâtre.

390. *Le chlore détruit les couleurs végétales.* — Dans une fiole pleine de gaz, introduisez un papier trempé dans l'encre, il blanchira bientôt ; versez-y un peu d'encre, fermez avec l'index, agitez, et l'encre deviendra incolore et limpide. Pendant la préparation du gaz, introduisez un papier écrit à l'encre dans le gros tube (*c*) du flacon-éprouvette, par lequel s'échappe l'eau imprégnée de gaz, l'écriture disparaîtra. Dissolvez quelques grains d'indigo pulvérisés dans 1 gramme d'acide sulfurique, et versez cette liqueur colorée dans la fiole, elle se décolorera aussitôt. L'encre d'imprimerie ne serait pas enlevée, parce que son principe colorant est le charbon.

391. *Le chlore est un peu soluble dans l'eau.* — L'eau qui s'est écoulée dans l'assiette est chargée de gaz ; elle en a l'odeur et le goût. Mais, pour mieux vous assurer de cette propriété, introduisez dans une fiole pleine d'eau quelques bulles de gaz seulement, et agitez fortement en la tenant fermée avec l'index ; renversez la fiole dans l'eau, et celle-ci, en soulevant le doigt, prendra la place des bulles qui ont disparu.

392. *Le chlore se combine avec l'hydrogène et forme de l'acide hydrochlorique* (400). — Introduisez sous l'eau (222) (224), dans une petite fiole, parties égales à peu près de chlore et d'hydrogène, en commençant par le dernier ; fermez avec l'index ; agitez pour favoriser le mélange ; enveloppez d'un linge et approchez de l'orifice une bougie allumée ; les deux gaz se combineront en s'enflammant avec une forte détonation. Plongez un papier bleu de tournesol dans l'eau restée dans la fiole, et vous

ie verrez rougir, parce que l'eau est acidifiée par l'acide hydrochlorique formé.

393. Cette combinaison du chlore et de l'hydrogène se fait aussi sous l'action des rayons solaires. Pour l'exécuter, choisissez une fiole d'un verre bien blanc, introduisez-y promptement parties égales de chlore et d'hydrogène, fermez-la avec un bouchon, et lancez-la de suite en l'air dans l'espace éclairé par le soleil ; la fiole se brisera aussitôt avec explosion. Cette opération doit être faite avec prudence ; c'est dire qu'il faut bien se garder de faire des mélanges de chlore et d'hydrogène dans une partie du laboratoire qui serait éclairée par le soleil.

394. *Le chlore a une grande densité ; il est environ deux fois plus lourd que l'air.* — Fixez avec un peu de cire dans le fond d'un verre à boire une petite mèche (57) de lampe, que vous allumerez ; remplissez de chlore un gros tube (194), et versez lentement le gaz dans le verre, en appuyant l'orifice du tube sur la paroi du verre, de manière à faire couler le gaz le long de celle-ci ; le chlore, en gagnant, en vertu de son poids, le fond du verre, éteindra la bougie.

Cette densité est mise à profit pour recueillir le chlore sec sans l'intermédiaire de l'eau. Disposez à cet effet l'appareil décrit (220) ; au lieu d'engager dans l'éprouvette le tube conducteur, introduisez-le dans une grande fiole vide en le faisant plonger jusqu'au fond ; le chlore qui se dégage, gagne, en vertu de sa grande pesanteur, le fond de la fiole, et soulève l'air, qu'il finit par chasser complètement en prenant sa place. On reconnaît que la fiole est pleine quand l'intérieur a la couleur du chlore, et qu'un papier bleu de tournesol, placé à l'ouverture, blanchit, ce qui indique que le gaz commence à sortir.

395. *Combustion de l'antimoine dans le chlore.* — Remplissez (394) une fiole de chlore sec, comme il est dit ci-dessus ; chauffez-la légèrement, en la fermant imparfaitement avec l'index, et jetez-y une pincée d'antimoine (2) pulvérisé : celui-ci brûlera avec flamme, en formant du chlorure d'antimoine.

Le chlore est un désinfectant énergique en raison de son affinité pour l'hydrogène. Dans une fiole pleine de gaz introduisez

une matière infecte, guano, matière fécale ou animale en décomposition, mais en petite quantité, et la désinfection aura lieu rapidement.

396. Transvasez (222) dans une grande fiole le restant du gaz qui nous servira dans les expériences suivantes : il faut fermer la fiole avec un bouchon ciré.

ACIDE HYDROCHLORIQUE.

397. L'acide hydrochlorique est un gaz très-soluble dans l'eau; il faut donc le recueillir sur le mercure ; nous avons indiqué (217) la manière de recueillir les gaz de cette manière, nous y renvoyons le lecteur.

Première préparation. — On prépare l'acide hydrochlorique en traitant le sel marin, ou chlorure de sodium, par l'acide sulfurique. Si on prenait du sel ordinaire en poudre, et qu'on y versât l'acide, le dégagement du gaz serait tellement rapide que la matière se boursouflerait et sortirait aussitôt de la fiole, en se répandant au dehors. Pour obvier à cet inconvénient, il faut employer du sel marin préalablement fondu à un bon feu dans une capsule en métal; mais comme cette fusion demande une haute température, on peut se dispenser de la faire, en choisissant dans le gros sel de cuisine les cristaux les plus volumineux, qu'on débarrassera avec soin de la poussière saline qui les enveloppe. Introduisez dans une fiole de 3 centilitres de capacité 1 gramme de gros sel, puis 2 grammes d'eau, et versez (192) par-dessus 4 grammes d'acide sulfurique. Il est bon de faire ce mélange en tenant la fiole dans l'eau et en ajoutant l'acide par petites portions, pour éviter la formation de la chaleur, qui déjà donne naissance à un dégagement de vapeurs blanches acides ; en agitant la fiole dans l'eau, ces vapeurs disparaissent bientôt. Adaptez alors le bouchon avec le tube conducteur, que vous engagerez dans le flacon-éprouvette (219), et chauffez très-modérément avec la lampe-veilleuse. Il est indispensable de bien ménager la chaleur, parce qu'un dégagement de gaz trop rapide soulèverait la matière et la ferait passer dans le tube. Laissez

l'air se dégager pendant quelque temps, et ne fermez le tube courbe (*i*) de l'éprouvette que lorsque d'épaisses vapeurs blanches en sortiront avec abondance. Quand l'éprouvette sera pleine, enlevez la fiole et placez-la à l'extérieur ou sous une cheminée, pour éviter l'atteinte des vapeurs acides, qui sont très-malfaisantes.

Explication. — L'eau se décompose ; son oxygène s'unit au sodium, son hydrogène au chlore, de sorte que le chlorure de sodium est transformé en hydrochlorate de soude. L'acide sulfurique s'unit à la soude pour former du sulfate de soude, et l'acide hydrochlorique, devenu libre, se dégage. A la fin de l'opération le sulfate de soude se prend en masse dans la fiole par le refroidissement.

398. *Deuxième préparation.* — L'acide hydrochlorique, étant plus pesant que l'air, peut se recueillir à sec sans l'intermédiaire du mercure dans l'appareil (220), en prenant les précautions indiquées ; un papier bleu de tournesol, placé à l'ouverture de la fiole à remplir, rougira, quand celle-ci sera pleine. Il faut avoir le soin de choisir une fiole bien sèche (188), et de la fermer avec un bouchon préparé à l'avance, quand elle est pleine.

399. *Troisième préparation.* — On peut encore étudier d'une manière très-simple dans l'appareil décrit (221) les propriétés de l'acide hydrochlorique, sans le recueillir.

400. *Quatrième préparation.* — Sous l'influence de la chaleur le chlore et l'hydrogène se combinent pour former de l'acide hydrochlorique. Faites détoner dans une fiole, comme il a déjà été fait (392), parties égales de ces gaz, et introduisez aussitôt après un papier bleu de tournesol, qui rougira fortement par suite de la formation de l'acide.

401. *Cinquième préparation.*— Le chlore et l'hydrogène se combinent pour former de l'acide hydrochlorique, par suite d'un contact prolongé. Introduisez dans une grande fiole parties égales de chlore et d'hydrogène, et fermez-la avec un bouchon ciré muni d'un petit tube ouvert, dont une des extrémités a été fermée avec de la cire, et abandonnez-le pendant deux jours dans un endroit du laboratoire bien éclairé, mais non directement par

le soleil : au bout de ce temps, débouchez ce tube, plongez-le dans l'eau, et vous verrez celle-ci s'élever peu à peu et pénétrer dans la fiole ; vous reconnaîtrez que l'eau est très-acide par suite de la formation de l'acide hydrochlorique.

Examinons maintenant les propriétés du gaz, en le transvasant (217) dans de petites fioles.

402. *L'acide hydrochlorique est un gaz incolore, d'une odeur piquante, très-acide et répandant des fumées blanches dans l'air.* — Dans une fiole pleine de gaz introduisez un papier bleu de tournesol, il rougira fortement ; flairez avec ménagement, et vous sentirez dans le nez un fort picotement qui provoquera les larmes ; répandez le gaz dans l'air, et vous verrez se former des vapeurs blanches, épaisses et pesantes : ces vapeurs sont dues à la condensation de l'humidité de l'air, dont l'acide s'empare avidement.

403. *L'acide hydrochlorique éteint les corps en combustion.* — Dans la fiole pleine de gaz plongez une bougie allumée ; elle s'éteindra aussitôt, et vous remarquerez que la flamme prend d'abord une couleur verdâtre.

404. *L'acide hydrochlorique est très-soluble dans l'eau.* — La solubilité de ce gaz est très-grande, et se met en évidence d'une manière curieuse dans l'appareil décrit (238). Il faut pour cela recueillir le gaz à sec dans une très-grande fiole bien sèche (188).

Si vous employez la troisième préparation (221), vous observerez la rapidité avec laquelle les bulles gazeuses se dissolvent dans la petite quantité d'eau versée dans une des branches du tube courbe par-dessus le mercure ; cette eau fortement acide rougit le papier bleu de tournesol.

405. *Dissolution du gaz acide hydrochlorique dans l'eau.* — L'acide hydrochlorique est un réactif souvent employé dans les laboratoires, et les arts aussi en consomment de grandes quantités. On ne l'emploie pas à l'état de gaz, mais toujours en dissolution dans l'eau. Pour préparer ce réactif, nous nous servirons de l'appareil de Woulf, décrit (228) : versez dans le premier tube courbe (*c d c*) 5 grammes d'acide hydrochlorique ordinaire et 5 grammes d'eau distillée dans le second (*g h l*) ; intro-

duisez dans une fiole de 6 centilitres de capacité, ou 2 onces, 4 grammes de sel marin en morceaux et 20 grammes d'acide sulfurique, en observant toutes les précautions déjà indiquées (397), et chauffez-la très-modérément à la lampe-veilleuse. Le gaz qui se dégage traverse le liquide acide du premier tube, s'y lave en abandonnant l'acide sulfurique, dont il entraîne toujours une petite quantité, et va se dissoudre bien pur dans l'eau distillée du second tube. L'opération doit marcher avec lenteur, et dure au moins une heure. L'eau distillée se charge de plus en plus d'acide, en augmentant très-sensiblement de volume, et finit par acquérir la densité de l'acide hydrochlorique du commerce. En cet état la liqueur est très-fumante, incolore, limpide, et possède toutes les propriétés du gaz; reconnaissez-en la densité par le procédé indiqué (231).

406. L'acide du commerce est légèrement coloré par un sel de fer, et contient aussi de l'acide sulfurique en petite quantité. Pour le purifier, il faut le distiller dans l'appareil (456) que nous emploierons pour la distillation de l'acide sulfurique, en ayant le soin de ne recueillir que les trois quarts seulement de l'acide. Il convient d'ajouter quelques gouttes d'une solution de chlorure de barium dans l'acide à distiller, et de mettre à l'avance un peu d'eau distillée dans la fiole destinée à recevoir le produit de la distillation.

Voyez (1030) les caractères auxquels on reconnaît l'acide hydrochlorique en combinaison avec les bases.

IODE.

407. *L'iode est solide, gris d'acier; il entre facilement en vapeur, et détruit les couleurs végétales; il est un peu soluble dans l'eau.* — Mettez quelques grains d'iode (2) dans une grande fiole et adaptez-y un bouchon fermant mal: tenez-la horizontalement, en exposant à la flamme de la lampe-veilleuse le ventre dans lequel vous aurez rassemblé la matière; bientôt l'iode se fond et remplit la fiole d'une vapeur de couleur violette magnifique. Si vous introduisez aussitôt un papier bleu de tournesol humide,

vous le verrez blanchir. Laissez refroidir la fiole, les vapeurs disparaîtront en se condensant sur les parois. Remplissez à moitié la fiole avec de l'eau, et agitez ; l'eau dissoudra l'iode et se colorera en brun. En frottant un morceau d'iode avec les doigts, ceux-ci se colorent fortement en jaune, parce que l'humidité de la main dissout l'iode ; mais celui-ci s'évapore bientôt, et la tache disparaît.

408. *Cristallisation de l'iode ; son odeur particulière.* — Choisissez deux verres de montre profonds et de grandeur inégale ; mettez quelques grains d'iode dans le plus petit, et couvrez-le avec le plus grand, en plaçant la cavité extérieurement ; placez-les sur le support (321), et chauffez très-modérément en plaçant la lampe-veilleuse à une grande distance. Les parois du verre supérieur se tapisseront de longues aiguilles brillantes. Il faut ne chauffer que très-légèrement pour ne pas échauffer le verre supérieur. En flairant au-dessus de l'appareil, vous sentirez l'odeur un peu faible du chlore, et les yeux seront affectés d'un vif picotement.

Fig. 233.

La cristallisation sera d'autant plus belle que vous aurez chauffé plus faiblement.

409. *L'iode colore en bleu intense une dissolution d'amidon.* — Dissolvez à chaud une pincée d'amidon dans un peu d'eau ; dissolvez d'un autre côté quelques grains d'iode dans de l'eau ou de l'alcool ; une goutte de cette liqueur, versée dans la dissolution d'amidon, la colorera aussitôt en bleu magnifique. L'iode et l'amidon sont l'un pour l'autre des réactifs très-délicats : ainsi, dans un verre plein d'eau, ajoutez une goutte de la dissolution d'amidon, puis une goutte de celle d'iode, et vous reconnaîtrez aussitôt la coloration bleue.

Coupez une tranche de pomme de terre et déposez-y une goutte de la dissolution d'iode ; la couleur bleue apparaîtra aussitôt et démontrera la présence de l'amidon dans la pomme de terre.

410. *Recherche de l'iode dans l'éponge.* — Faites incinérer une éponge dans la capsule en platine (44) avec la lampe à

alcool (59) de manière à brûler complétement le charbon ; mélangez les cendres, qui sont jaunâtres, avec 1/2 volume de peroxyde de manganèse, et faites une bouillie épaisse avec l'acide sulfurique ; chauffez dans une petite fiole, et les vapeurs violettes d'iode apparaîtront. Si elles ne paraissent pas, insinuez entre le col et le bouchon un papier enduit d'amidon, chauffez très-légèrement, et bientôt le papier bleuira par la présence de il'ode. Celui-ci est dans l'éponge à l'état d'iodure de potassium ou d'hydriodate de potasse ; le mélange d'acide sulfurique et de peroxyde de manganèse a fourni de l'oxygène, qui décompose l'acide hydriodique, s'empare de l'hydrogène pour former de l'eau, et met l'iode en liberté.

411. *Extraction de l'iode des sels de varech.* — On trouve dans le commerce une substance connue sous le nom de soude ou sel de varech ; c'est de cette matière qu'on retire l'iode. Pour en reconnaître la présence, opérez sur ce sel, comme, dans l'expérience précédente, vous l'avez fait avec l'éponge.

ACIDE HYDRIODIQUE.

412. L'acide hydriodique est un gaz très-soluble dans l'eau, et qui attaque le mercure ; nous ne pouvons donc le recueillir sur ce dernier métal ; mais, comme il est très-pesant, nous le recueillerons à sec dans l'appareil décrit (220).

Première préparation. — Faites de l'iodure de phosphore ; à cet effet, pesez un demi-gramme d'iode bien sec et finement pulvérisé, déposez-le sur une capsule en verre placée sur l'eau, et rassemblez-le en une seule masse ; pesez maintenant 5 centigrammes de phosphore (2) que vous dessécherez entre un double de papier à filtre, en le comprimant légèrement, et déposez-le avec précaution sur l'iode : à peine le contact a-t-il lieu, que les deux corps se combinent en dégageant de la lumière et une grande chaleur qui volatilise une partie de l'iode sous forme d'épaisses fumées violettes ; il s'est formé de l'iodure de phosphore, qui reste dans la capsule sous forme d'une matière fondue, de couleur gris d'acier : enlevez-la délicatement avec

une spatule, mettez-la à part et faites trois opérations semblables, et recueillez tout l'iodure de phosphore formé. Nous avons divisé à dessein cette préparation, pour opérer à la fois sur une moindre quantité, et éviter ainsi, autant que possible, la perte de l'iode qui se volatilise. Introduisez dans une fiole de trois onces l'iodure formé, rassemblez-le dans le ventre de la fiole, humectez-le avec la pipette de quelques gouttes d'eau seulement, et adaptez le tube conducteur, que vous engagerez dans une fiole vide, bien sèche, et chauffez très-modérément à la lampe-veilleuse ; le gaz se dégagera et la fiole en sera pleine, quand vous verrez d'épaisses vapeurs blanches sortir par l'orifice et rougir un papier bleu de tournesol ; retirez la fiole pleine, fermez-la avec un bon bouchon, et remplacez-la par une autre : vous remplirez ainsi des fioles préparées à l'avance, tant que le gaz se dégagera.

Explication. — L'eau avec laquelle on a humecté l'iodure de phosphore est décomposée par celui-ci ; l'oxygène s'unit au phosphore pour former de l'acide hypophosphorique qui reste en dissolution, et l'hydrogène, en se combinant avec l'iode, produit de l'acide hydriodique qui se dégage.

415. *Deuxième préparation.* — Introduisez dans une fiole de 30 centimètres cubes de capacité 1 gramme d'iode, puis 1 gramme d'acide hypophosphorique (472) ; faites le mélange en remuant la pâte avec une tige de fer, rassemblez la matière et chauffez-la modérément à la lampe-veilleuse. Des vapeurs d'iode se dégageront d'abord ; mais bientôt apparaîtront les vapeurs blanches de l'acide hydriodique, que vous recueillerez également dans des fioles vides et sèches, comme il est dit ci-dessus. Avant d'employer l'acide hypophosphorique, il faut le concentrer par l'ébullition, jusqu'à ce qu'il dégage un peu d'hydrogène phosphoré.

Explication. — L'eau que contient l'acide hypophosphorique est décomposée : celui-ci s'unit à l'oxygène pour passer à l'état d'acide phosphorique, et l'hydrogène s'unissant à l'iode produit l'acide hydriodique, qui se dégage.

Examinons les propriétés du gaz.

414. *L'acide hydriodique est un gaz incolore, très-acide, d'une odeur piquante, et répandant à l'air d'épaisses fumées blanches : il éteint les corps en combustion.* — Introduisez dans une fiole pleine de gaz un papier bleu de tournesol, il rougira fortement. Sentez ce gaz avec précaution; renversez la fiole, et d'épaisses vapeurs blanches très-pesantes en sortiront : en versant le gaz sur la flamme d'une bougie, celle-ci s'éteindra aussitôt.

415. *L'acide hydriodique est très-soluble dans l'eau.* — Faites avec une des fioles pleines de gaz l'expérience prescrite (238), et vous verrez l'eau s'élancer en jet puissant. Dissolvez dans l'eau un peu de chlorure de chaux, filtrez, versez quelques gouttes de cette solution dans l'eau acide dont la fiole est pleine, et vous la verrez se colorer fortement en bleu si vous ajoutez quelques gouttes d'une dissolution d'amidon.

416. *Le chlore décompose l'acide hydriodique.* — Remplissez une fiole de chlore sec (394); renversez-la sur une fiole également pleine d'acide hydriodique sec, en faisant coïncider les deux ouvertures, agitez et mélangez en renversant successivement le système, et vous verrez apparaître de belles vapeurs violettes, et l'iode se précipiter en pluie fine et brillante. Dans cette expérience, le chlore s'est combiné avec l'hydrogène de l'acide hydriodique, en mettant l'iode en liberté.

417. *Dissolution de l'acide hydriodique dans l'eau. Première préparation.* — Vous pouvez faire une dissolution acide dans l'appareil de Woulf (228), comme il a été fait pour l'acide hydrochlorique (405), mais la préparation suivante est préférable.

418. *Deuxième préparation.* — Pesez 1 gramme de limaille fine d'étain (2), que vous mélangerez très-intimement avec 1 gramme d'iode sec et bien pulvérisé. Placez la matière dans une capsule en verre (45) que vous chaufferez légèrement avec la lampe-veilleuse. La réaction s'opère bientôt, et subitement, avec dégagement de chaleur et de vapeur d'iode; vous obtenez ainsi de l'iodure d'étain d'une couleur jaune terne ; enlevez-le, pulvérisez-le finement, et faites-le bouillir pendant deux heures dans une fiole de 30 centimètres cubes de capacité, avec 10

grammes d'eau distillée environ : il faut remplacer l'eau au fur et à mesure de son évaporation. Au bout de ce temps l'opération est terminée ; la liqueur est fortement acide et tient en suspension du peroxyde d'étain sous forme de poussière lourde et blanche, que vous séparerez par la filtration : en faisant évaporer les eaux convenablement dans une capsule en verre, vous obtiendrez une dissolution concentrée d'acide hydriodique.

Explication. — L'iodure d'étain décompose l'eau ; l'oxygène s'unit à l'étain, et forme du peroxyde d'étain insoluble, qui reste en suspension ; l'hydrogène s'unit à l'iode et produit de l'acide hydriodique, qui reste dissous. La liqueur acide a toutes les propriétés de ce gaz : une goutte d'une dissolution d'amidon la bleuit fortement, en ajoutant un peu d'acide nitrique ou quelques gouttes d'une solution de chlorure de chaux. Elle se décompose bientôt par l'exposition à l'air, et l'iode se sépare en colorant fortement la liqueur. Une goutte d'eau saturée de chlore ou de chlorure de chaux en précipite l'iode aussitôt.

419. Comme la dissolution de l'acide hydriodique dans l'eau se décompose promptement à l'air, nous invitons à la saturer (274) (304) immédiatement par une solution de carbonate de potasse, afin d'obtenir de l'iodure de potassium (602), qui nous sera utile dans les expériences ultérieures.

Voyez (1045) les caractères propres à faire reconnaître l'acide hydriodique en combinaison avec les bases.

ACIDE IODIQUE.

420. *Préparation.* — Disposez l'appareil (*figure B*) décrit (235). A l'extrémité du tube courbe (*cde*), adaptez, avec un bon bouchon, un second tube courbe (*a*), ou *évaporatoire ;* nous lui donnons ce nom parce que sa forme est avantageuse pour de petites évaporations ; versez dans le premier assez d'acide sulfurique seulement pour fermer la courbure, et dans toute la longueur du second vous étendrez un demi-gramme d'iode bien sec et bien pulvérisé. Versez dans une fiole de 3 centilitres ou une once 10 grammes d'acide hydrochlorique, et jetez rapide-

ment par-dessus 2g05 de chlorate de potasse (2) ; adaptez aussitôt le tube conducteur, que vous engagerez avec un bouchon dans le tube courbe. Le gaz se dégage rapidement et à froid ; c'est un mélange de chlore et d'oxyde de chlore, reconnaissable à sa couleur jaune. Il faut bien se garder de chauffer, parce qu'une faible chaleur fait détoner violemment l'oxyde de chlore : il sera prudent de placer l'écran (165) devant l'appareil. L'oxyde de chlore, qui se dégage humide, se dessèche en traversant l'acide sulfurique et réagit sur l'iode, qu'il change en acide iodique et en perchlorure d'iode. Pendant le courant de l'opération, il faut, avec une petite tige de verre, remuer légèrement l'iode pour en renouveler les surfaces. L'opération est terminée quand le dégagement gazeux a cessé. La matière qui reste dans le tube évaporatoire est jaune sale ; enlevez ce tube, placez-le sur un petit support annulaire (323), et chauffez-le lentement avec la lampe-veilleuse et sous une cheminée. D'épaisses vapeurs rutilantes et très-âcres de perchlorure d'iode et d'iode non décomposé se dégagent abondamment, et laissent enfin dans le tube une matière blanche et solide, qui est l'acide iodique.

Explication. — L'oxyde de chlore cède ses éléments à l'iode et forme d'une part de l'acide iodique fixe, et d'autre part du perchlorure d'iode volatil.

421. *L'acide iodique est une matière blanche, déliquescente, décomposable par la chaleur.* — Détachez une petite partie d'acide que vous poserez sur un disque de verre ; bientôt il se sera changé en une perle liquide, en absorbant l'humidité de l'air. Placez dans un petit tube fermé (342) un fragment d'acide, et chauffez-le fortement à la lampe à alcool (59) ; la décomposition sera manifestée par le dégagement de l'oxygène et la présence des vapeurs violettes de l'iode.

422. *L'acide iodique est soluble dans l'eau.* — Versez un peu d'eau distillée dans le tube évaporatoire, de manière à dissoudre tout l'acide à l'aide de la chaleur : un papier bleu de tournesol y rougira aussitôt. Remplissez d'eau un verre de montre ; ajoutez-y une goutte de la dissolution acide, puis une goutte d'une

dissolution d'amidon, vous verrez la couleur bleue, qui caractérise la présence de l'iode. Comme cet acide n'a aucun usage, vous ferez bien de neutraliser (275) (304) la dissolution par du carbonate de potasse, pour former de l'iodate de potasse (601) sel dont nous nous servirons quelquefois comme de réactif.

Voyez (1040) les caractères propres à faire reconnaître l'acide iodique en combinaison avec les bases.

ACIDE HYDROFLUORIQUE.

423. L'acide hydrofluorique est un liquide très-délétère et dangereux à manier, parce qu'il désorganise avec une grande énergie. Il émet à l'air d'abondantes vapeurs blanches, très-nuisibles, et qu'il faut bien se garder de respirer. Pour toutes ces causes, nous nous contenterons de le préparer, dans le but de mettre seulement en évidence sa propriété caractéristique, qui est de corroder le verre.

424. *Préparation.* — Placez un morceau de cire sur un fragment de verre plat ; faites-le fondre doucement à la lampe, et faites en sorte d'en couvrir le verre d'une couche mince ; tracez avec un poinçon, sur cette espèce de vernis, des caractères assez profonds pour mettre le verre à nu. Mettez 1 gramme de fluorure de calcium (2) finement pulvérisé dans un verre de montre, ou une capsule en porcelaine (51) ou en platine (44) ; versez par-dessus 2 grammes d'acide sulfurique ; mélangez le tout avec une tige de verre (29), et couvrez le vase avec le verre ciré, et chauffez bien légèrement avec la lampe-veilleuse. En soulevant un peu le verre supérieur, vous verrez d'épaisses vapeurs blanches, si l'acide hydrofluorique se produit. Vous continuerez l'expérience tant que ces vapeurs se formeront ; retirez le feu, laissez refroidir ; enlevez le verre supérieur ; détachez la couche de cire, et les caractères apparaîtront profondément gravés. Il est important de ne chauffer que très-modérément, d'abord pour ne pas produire trop de vapeurs acides, puis pour ne pas fondre la couche de cire. Il serait même convenable, à cet effet, de déposer un peu d'eau sur la lame de verre.

Explication. — L'eau combinée avec l'acide sulfurique est décomposée : ses éléments s'unissent au fluorure de calcium, et le changent en hydrofluate de chaux, l'acide sulfurique s'empare de la chaux, et l'acide hydrosulfurique mis en liberté se dégage.

Voyez (1051) les caractères propres à faire reconnaître l'acide hydrofluorique en combinaison avec les bases.

SOUFRE.

425. *Le frottement développe dans le soufre de l'électricité ; il lui communique aussi une odeur particulière.* — Frottez un bâton de soufre (2) sur du drap ou de la laine, et approchez-le de petites barbes de plumes découpées ou de petits morceaux de papier ; les barbes ou papiers seront aussitôt attirés. Sentez en même temps l'odeur du soufre.

426. *Fusion et cristallisation du soufre.* — Faites fondre doucement à la lampe-veilleuse, dans une capsule ronde en verre (45) ou un verre de montre, un petit fragment de soufre de la grosseur d'une petite noisette ; quand il sera fondu, ajoutez un second fragment, puis un troisième quand celui-ci sera fondu, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la capsule soit presque pleine. En cet état, la matière est très-liquide, limpide et d'un beau jaune citron : ne chauffez pas davantage, parce qu'elle s'épaissirait en changeant de couleur ; retirez le feu ; posez la capsule sur du bois et observez attentivement : bientôt la cristallisation commence sur les parois, et quand vous verrez les aiguilles converger vers le centre et menacer de couvrir la surface comme d'un réseau, prenez aussitôt la capsule entre les doigts, et versez sur un papier le soufre encore liquide, en laissant bien égoutter. La capsule sera tapissée d'aiguilles fines et déliées, plus ou moins longues. Cette opération est si simple, qu'on la recommencerait de suite, si la cristallisation était confuse, pour avoir décanté trop tôt ou trop tard.

427. *État singulier d'élasticité et de ductilité du soufre fondu; ses différentes colorations pendant la fusion.* — Faites fondre du

soufre dans une capsule, comme il est dit ci-dessus (426), mais servez-vous de la lampe à alcool (59) pour chauffer un peu plus fortement; la matière, d'abord jaune et liquide, s'épaissit peu à peu, et la couleur passe successivement au rouge clair brillant, puis au rouge cramoisi, puis enfin au rouge presque noir et opaque. A ce dernier état de coloration, saisissez la capsule avec les doigts, et versez le soufre de très-haut dans la terrine pleine d'eau ; le soufre tombera en fils visqueux, qui conserveront pendant plusieurs jours une grande élasticité et une ductilité telle, qu'on peut facilement prendre des empreintes par pression. Dans cet état, le soufre est transparent et d'une couleur jaune ambrée, qui ne revient au jaune citron qu'après une longue exposition.

428. *Le soufre à 250° s'enflamme à l'air et s'oxyde.* — Mettez un petit morceau de soufre sur un fragment de verre, et chauffez-le fortement à la lampe à alcool (59); bientôt il fond et prend feu, en brûlant avec une flamme bleue, et en répandant des vapeurs très-piquantes d'acide sulfureux. Un papier bleu de tournesol placé au-dessus de la capsule rougit aussitôt. L'expérience se fait également bien dans un petit tube de verre ouvert aux deux bouts (126).

429. *Le soufre est volatil.* — Chauffez (88) à la flamme de l'alcool un fragment de soufre dans un petit tube de verre fermé, en tenant celui-ci incliné à 45° ; vous verrez le soufre fondre d'abord, puis se réduire en vapeurs qui se condenseront au delà sur les parois intérieures sous forme de poussière jaune : c'est de la *fleur de soufre*. Un fragment de sulfure de fer naturel ainsi chauffé donnera des vapeurs de soufre.

430. *Moulage avec le soufre liquide.* — Choisissez une pièce de cinq francs ou toute autre pièce de monnaie bien marquée ; placez-la sur la table, et enroulez autour une bande de papier de $0^{m}01$ de hauteur ; faites une pâte très-liquide de plâtre fin en poudre, que vous coulerez par-dessus, après avoir eu le soin d'huiler légèrement la pièce de monnaie. Quand cette empreinte en plâtre sera parfaitement sèche, disposez-la avec une bande de papier comme précédemment, et coulez par-dessus du sou-

fre bien liquide (426) ; vous obtiendrez après le refroidissement une médaille parfaitement semblable à la monnaie. On peut la bronzer en la frottant avec les doigts ou un gant empreints de plombagine. Il est bien essentiel que le moule en plâtre soit parfaitement sec, parce que, pendant la coulée, l'eau qui se dégagerait en vapeur formerait des bulles dans l'intérieur du soufre et altérerait l'empreinte.

ACIDE HYDROSULFURIQUE.

431. *Première préparation.* — L'acide hydrosulfurique est un gaz assez soluble dans l'eau, et qu'on recueille ordinairement sur le mercure. Dans ce dernier cas, disposez l'appareil décrit (209), et traitez dans une fiole de 6 centilitres ou 2 onces de capacité, 2 grammes de sulfure d'antimoine pulvérisé par 4 grammes d'acide hydrochlorique, en observant toutes les précautions qui seront indiquées plus bas.

Comme il est plus simple de recueillir le gaz sur l'eau, nous allons donner cette préparation, en recommandant expressément d'opérer sous une cheminée ou à l'air, afin de se garantir de l'atteinte très-délétère de cet acide.

432. Disposez l'appareil (*fig. B*) décrit (215) ; introduisez dans une fiole de 6 centilitres 6 grammes de sulfure d'antimoine (2) très-finement pulvérisés ; dans une autre fiole, introduisez 12 grammes d'acide hydrochlorique, que vous verserez rapidement dans la première ; adaptez promptement le tube de sûreté (208), que vous engagerez dans l'éprouvette pleine d'eau. Il faut opérer rapidement pour ne pas perdre le gaz qui se dégage déjà à froid. Recueillez les premières portions gazeuses dans une fiole de 4 onces, que vous rejetterez comme impures et très-mélangées d'air, et faites dégager alors seulement dans l'éprouvette.

La matière se boursoufle légèrement dans la fiole, mais sans inconvénient ; laissez le gaz se dégager d'abord à froid, et ne commencez à chauffer très-légèrement avec la lampe-veilleuse que lorsque le dégagement n'aura plus lieu. Modérez surtout la

chaleur, pour ne pas volatiliser l'acide hydrochlorique, dont les vapeurs détermineraient une absorption, et maintenez-la de manière à conserver un dégagement très-lent et bien régulier. Il ne faut pas se tenir trop près de l'appareil, parce que les eaux qui s'écoulent dans l'assiette sont chargées de gaz, et exhalent une odeur très-nuisible. Quand l'éprouvette sera pleine de gaz, enlevez rapidement la fiole et portez-la à l'extérieur.

Explication. — L'acide hydrochlorique est décomposé : le chlore s'unit à l'antimoine pour former du chlorure d'antimoine qui reste en dissolution, et l'hydrogène, en se combinant avec le soufre, produit le gaz hydrosulfurique, qui se dégage.

433. *Deuxième préparation.* — Elle consiste à traiter le sulfure de fer artificiel par de l'acide sulfurique faible. Pour faire le sulfure, opérez ainsi : dans une capsule à fond plat (45), faites avec de l'eau une pâte légère de 4 grammes limaille de fer et 2 grammes fleurs de soufre, et chauffez légèrement avec la lampe-veilleuse (57), en ayant le soin de remuer sans cesse. La combinaison se fait bientôt, et le sulfure est formé quand la matière est tout à fait noire, sans apparence de grains de soufre. Laissez parfaitement refroidir la substance, et introduisez-la dans une fiole de 4 onces, dans laquelle vous verserez ensuite 10 grammes d'acide sulfurique, mélangé préalablement de 20 grammes d'eau. Le gaz se dégage et est recueilli avec les précautions prescrites ci-dessus.

Examinez les propriétés de l'acide hydrosulfurique.

434. *L'acide hydrosulfurique est un gaz incolore ; il a une odeur désagréable ; il asphyxie promptement les animaux et n'entretient pas la combustion.* — Remplissez (222) de gaz une petite fiole ; flairez avec grande précaution, en retirant légèrement l'index qui la ferme ; introduisez un insecte, une mouche, par exemple, qui périra aussitôt. Une bougie allumée, introduite brusquement, s'y éteint. Un papier bleu de tournesol y rougit bientôt.

435. *Il brûle à l'air avec une flamme bleue.* — Remplissez de gaz un large tube (194), approchez de l'orifice une bougie allumée, et vous verrez le gaz brûler avec une flamme bleu qui descendra

peu à peu dans le tube, dont les parois se couvriront en même temps d'une légère couche de soufre. Si vous avez conservé un peu d'eau dans le tube, vous reconnaîtrez qu'elle est acide et contient de l'acide sulfureux, et un peu d'acide sulfurique.

436. *Il se combine avec l'oxygène à une haute température.* — Remplissez (223) d'oxygène une fiole de trois centilitres jusqu'au tiers seulement, achevez de la remplir (222) avec de l'acide hydrosulfurique, enveloppez-la d'un linge, approchez de l'orifice une bougie allumée, et les deux gaz se combineront aussitôt avec une violente détonation et une lumière assez vive, parce qu'il y a un corps solide en suspension. Vous reconnaîtrez de même que l'eau est acide.

437. *Le chlore décompose instantanément l'acide hydrosulfurique.* — Remplissez une fiole de chlore sec (394), une autre aussi d'acide hydrosulfurique ; renversez la première sur la seconde en faisant coïncider les deux ouvertures, et vous verrez un dépôt de soufre se former abondamment ; la fiole inférieure sera bientôt pleine d'acide hydrochlorique, ce dont vous vous assurerez en la renversant dans l'eau, qui s'y élancera avec force. On peut encore autrement mettre en évidence cette décomposition : remplissez (223) de chlore une fiole jusqu'à moitié seulement, renversez-la dans le verre de l'appareil pneumatique, et faites-y passer (222) peu à peu des bulles d'acide hydrosulfurique ; vous verrez le soufre se déposer abondamment, la fiole se remplir d'eau peu à peu et complétement par la dissolution de l'acide ydrochlorique formé.

Remplissez aux trois quarts une fiole avec l'eau qui s'est déversée dans l'assiette pendant la préparation du gaz ; ajoutez plusieurs pincées de chlorure de chaux en poudre, et agitez en fermant avec l'index ; cette eau, qui avait l'odeur répugnante du gaz qu'elle tenait en dissolution, devient inodore et insipide.

438. *L'acide hydrosulfurique est un peu soluble dans l'eau.* — L'eau qui, pendant la préparation du gaz, s'est déversée dans l'assiette, contient du gaz en dissolution ; elle a son odeur désagréable, rougit le tournesol ; une goutte d'une dissolution d'un

sel de plomb (812) la colore en noir intense, parce qu'il se forme un sulfure de plomb insoluble.

439. *L'acide hydrosulfurique se combine avec un grand nombre de métaux.* — Ainsi, une pièce d'argent, enveloppée d'un papier humide, introduite dans une fiole pleine de gaz, y noircit promptement. Comme les sulfures métalliques ont des couleurs souvent caractéristiques, on emploie fréquemment la dissolution d'acide hydrosulfurique dans l'eau comme réactif. Nous indiquons sa préparation, mais en recommandant de ne la faire qu'au moment de s'en servir, parce que cette solution s'altère au bout de quelques jours.

440. *Acide hydrosulfurique en dissolution dans l'eau.* — Disposez l'appareil (*fig. A*) décrit (235). A la seconde branche du tube courbe (*c d e*), adaptez un bon bouchon muni d'un tube plongeant dans une fiole de six centilitres ou deux onces de capacité, pleine d'eau distillée, que vous aurez préalablement fait bouillir et laissé refroidir. Il sera bon de fixer ce tube dans la fiole avec un mauvais bouchon, pouvant laisser passer l'excès du gaz ; la fiole sera placée dans un verre plein d'eau, pour la maintenir froide, et un peu d'eau sera mise dans le tube courbe (*c d e*), pour retenir l'acide hydrochlorique qui pourrait se dégager. Produisez (432) le gaz hydrosulfurique avec 6 grammes de sulfure d'antimoine et 12 grammes d'acide hydrochlorique dans une fiole de six centilitres, et faites-le dégager très-lentement, en prenant les précautions ci-dessus indiquées. Il est tout à fait indispensable d'opérer à l'air ou sous une cheminée pour se préserver des atteintes très-délétères de l'acide. Le dégagement gazeux ayant cessé, bouchez parfaitement la fiole pleine d'eau acidulée, et mettez-la dans un lieu obscur.

Voyez (989) les caractères propres à faire reconnaître l'acide hydrosulfurique en combinaison avec les bases.

ACIDE SULFUREUX.

441. *Première préparation.* — Disposez l'appareil (*fig. B*) décrit (215); introduisez dans une fiole de trois centilitres 2

grammes de mercure, et versez par-dessus 12 grammes d'acide sulfurique. Il ne se produit rien à froid. Adaptez le tube conducteur, et engagez-le dans l'éprouvette pleine de mercure ; chauffez la fiole modérément à la lampe-veilleuse : bientôt une légère ébullition se manifeste autour du globule de mercure, et le gaz se dégage. N'oubliez pas, comme il a été recommandé, d'en rejeter les premières portions. Il faut ménager la chaleur, de manière à obtenir un dégagement de gaz lent et régulier, sans vaporiser l'acide sulfurique. Bientôt apparaissent dans la liqueur de la fiole des flocons blancs de sulfate de mercure qui augmentent sans cesse, tandis que le globule métallique diminue de volume. Enfin, le mercure disparaît en se dissolvant complétement; l'éprouvette doit être pleine de gaz, et l'opération est terminée.

Explication. — Le mercure décompose l'acide sulfurique, s'unit à une portion de son oxygène et le transforme en acide sulfureux qui se dégage. L'oxyde de mercure formé se combine à son tour avec l'acide sulfurique et forme du sulfate de mercure, qui, ne pouvant se dissoudre tout entier dans l'acide, apparaît sous forme d'un magma blanc, qui reste dans la fiole. L'acide sulfurique n'est donc pas décomposé complétement, puisqu'une partie se transforme en acide sulfureux, et l'autre s'unit à l'oxyde de mercure.

442. *Deuxième préparation.* — On peut décomposer l'acide sulfurique par tout autre métal que le mercure, par le cuivre, par exemple. Introduisez dans une fiole de trois centilitres 1 gramme de cuivre rouge en menus morceaux, et versez par-dessus 6 grammes d'acide sulfurique. Il ne se produit rien à froid : chauffez avec la lampe-veilleuse. Quand l'acide sulfurique est bien chaud, il attaque le cuivre avec violence ; abaissez la lampe aussitôt, parce que le dégagement du gaz est trop rapide, et pourrait déterminer un accident. En ménageant une douce chaleur, le gaz se produit régulièrement. La liqueur de la fiole prend une couleur verte, et quand le cuivre est dissous, l'opération est terminée.

Explication. — L'acide sulfurique n'est pas décomposé com-

plétement; une partie, privée d'une portion de son oxygène, se transforme en acide sulfureux qui se dégage, et l'autre s'unit à l'oxyde de cuivre, pour former du sulfate de cuivre qui reste en dissolution.

Examinez les propriétés du gaz acide sulfureux.

443. *L'acide sulfureux est un gaz possédant une odeur forte et piquante; il éteint les corps en combustion.* — Dans une fiole pleine de ce gaz, introduisez un papier bleu de tournesol, il rougira aussitôt; flairez avec précaution, et vous sentirez une odeur pénétrante qui resserre la gorge et provoque la toux. Plongez une bougie allumée, elle s'éteindra.

444. *L'acide sulfureux a une grande densité.* — Placez une petite mèche allumée (57) dans le fond d'un verre à boire, et renversez doucement par-dessus les bords un tube plein de gaz, comme si vous versiez un liquide; le gaz s'écoulera et éteindra la flamme.

445. *L'acide sulfureux blanchit la soie, enlève les taches de fruit de dessus le linge.* — Vous reconnaîtrez facilement ces propriétés sans qu'il soit nécessaire de donner d'explications.

446. *Dissolution de l'acide sulfureux dans l'eau.* — Disposez l'appareil de Woulf décrit (228); mais pour produire le gaz nous emploierons une autre préparation que les précédentes, en désoxydant l'acide sulfurique par le charbon. Introduisez dans une fiole de trois centilitres 1 gramme de charbon concassé en menus morceaux et 5 grammes d'acide sulfurique; faites bien le mélange à l'aide d'un fil de fer recourbé, puis chauffez à la lampe-veilleuse. La réaction ne tarde pas à se faire; il se dégage à la fois de l'acide sulfureux et de l'acide carbonique : celui-ci n'est que peu soluble dans l'eau, et les portions qui s'y dissolvent sont bientôt chassées complétement par le courant de l'acide sulfureux. Le premier tube courbe, destiné à laver le gaz, contient notablement de l'acide sulfurique, parce qu'il est nécessaire de chauffer un peu fortement à la fin de l'opération; le second tube contient la dissolution pure de l'acide sulfureux, possédant toutes les propriétés de ce gaz, et retenant seulement

quelques petites quantités d'acide carbonique, puisqu'un sel de baryte la trouble à peine.

Explication. — Le charbon s'unit à une portion de l'oxygène de l'acide sulfurique, et le transforme en acide sulfureux, en se changeant lui-même en acide carbonique. Dans cette réaction remarquable, tous les produits sont gazeux, et tout l'acide sulfurique peut être transformé en acide sulfureux.

ACIDE SULFURIQUE.

447. *Première préparation.* — Disposez l'appareil (220), introduisez dans une fiole de trois centilitres ou une once 2 grammes de nitrate de plomb (821), et adaptez le tube conducteur, que vous engagerez dans une grande fiole de quatre onces de capacité; dans une autre fiole de trois centilitres, préparez de l'acide sulfureux par un des deux procédés indiqués (441), et adaptez un tube conducteur, que vous engagerez également dans la même fiole. Ces deux tubes devront être placés parallèlement, très-rapprochés et plongeant jusqu'au fond de la fiole. En chauffant le nitrate de plomb avec la lampe à alcool, vous obtiendrez un courant de gaz nitreux (510) bien reconnaissable à sa couleur rousse; la seconde fiole, chauffée avec la lampe-veilleuse, fournira un courant d'acide sulfureux : les gaz nitreux et sulfureux, dégagés avec lenteur, se combinent peu à peu et fournissent des cristaux blancs qui se condensent en ramifications transparentes sur les parois de la grande fiole; peu à peu ils augmentent et finissent par recouvrir la fiole et les tubes d'une couche blanche et neigeuse. Vous terminerez l'opération quand les gaz ne se dégageront plus. Enlevez les fioles et les tubes, et versez dans la grande fiole un peu d'eau dans laquelle les cristaux se dissoudront avec effervescence et en produisant de l'acide nitreux, qui se dégage, et de l'acide sulfurique, qui se dissout. Il faut opérer sous une cheminée ou à l'air.

Explication. — Le composé solide cristallin et blanc qui tapisse les parois de la fiole est le produit de la combinaison des acides sulfureux et nitreux. Il se décompose dans l'eau; l'acide

sulfureux se convertit en acide sulfurique, en s'emparant d'une partie de l'oxygène de l'acide nitreux, qu'il convertit ainsi en deutoxyde d'azote (503), qui se dégage ; celui-ci se transforme aussitôt au contact de l'air, en acide nitreux, qui apparaît sous forme de vapeur rousse.

448. *Deuxième préparation.* — Disposez l'appareil de Woulf décrit (228). Dans le premier tube courbe mettez un peu d'eau, et dans l'autre de l'acide nitrique que vous chaufferez légèrement avec la lampe-veilleuse pendant l'opération. Faites passer à travers un courant d'acide sulfureux (441); l'acide nitrique se colorera en jaune et se chargera peu à peu d'acide sulfurique, dont la présence sera constatée par un sel de baryte.

Explication. — L'acide sulfureux se combine avec une partie de l'oxygène de l'acide nitrique, qu'il convertit en acide nitreux, et se transforme ainsi en acide sulfurique.

449. *Troisième préparation.* — Faites un mélange intime de 1 gramme salpêtre et 0gr 2 de fleur de soufre ; mettez-le dans un petit creuset d'argile (116) et introduisez celui-ci tout enflammé dans une grande fiole à médecine contenant un peu d'eau distillée; le creuset sera suspendu à un fil de fer planté dans un bouchon qui fermera imparfaitement la fiole. Après la combustion, retirez l'eau, et vous reconnaîtrez, à l'aide d'un sel de baryte (982), qu'elle s'est chargée d'un peu d'acide sulfurique.

Explication. — Le soufre a emprunté de l'oxygène à la fois à l'air et au nitrate de potasse pour se transformer en acide sulfurique ; une partie de l'acide se dissout dans l'eau, et l'autre forme du sulfate de potasse.

450. *Quatrième préparation.* — Calcinez au rouge dans un petit tube fermé (89) un peu de sulfate de fer (705) préalablement desséché et pulvérisé ; les parois du tube se couvriront au delà de goutelettes acidulées par l'acide sulfurique, ce dont vous vous assurerez en y ajoutant une goutte d'une dissolution de sel de baryte.

Explication. — Le sulfate de fer est décomposé ; une partie de l'acide sulfurique se dégage sans décomposition ; mais une

autre se transforme en acide sulfureux en cédant de l'oxygène au protoxyde de fer, qui se convertit en peroxyde.

Examinons les propriétés de l'acide sulfurique.

451. *L'acide sulfurique est un liquide très-acide, corrosif, oléagineux, incolore, plus pesant que l'eau, avec laquelle il se mêle en produisant de la chaleur ; son mélange avec la neige produit de la chaleur et du froid.* — En le versant dans l'eau avec précaution, il gagne la partie inférieure sans se mélanger et coule comme un sirop ; mettez dans une petite fiole 20 grammes d'acide sulfurique ; versez brusquement par-dessus 5 grammes d'eau, et agitez vivement ; la fiole s'échauffera au point de ne pouvoir être tenue entre les doigts, et des vapeurs aqueuses sortiront en abondance.

Mettez dans un verre à pied (346) 1 gramme de neige, versez par-dessus 4 grammes d'acide sulfurique, et agitez : il se produira de la chaleur.

Mettez dans un verre à pied 4 grammes de neige, versez par-dessus 1 gramme d'acide sulfurique, et agitez avec un petit tube de verre fermé à un bout, contenant un peu d'eau : celle-ci se congèlera ausitôt sous l'influence du grand froid qui se produit.

452. *L'acide sulfurique absorbe l'humidité de l'air.* — Remplissez d'acide sulfurique un petit verre de montre jusqu'aux trois quarts seulement, et abandonnez-le à l'air ; au bout d'un certain temps, le verre sera plein par le fait de l'absorption atmosphérique. Nous avons indiqué (144) l'emploi de l'acide sulfurique pour favoriser la cristallisation par évaporation spontanée et pour opérer la dessiccation des gaz (236).

453. *L'acide sulfurique désorganise avec violence.* — Un brin de bois mis en digestion dans l'acide sulfurique noircit aussitôt et après un temps convenable, il a disparu, en donnant à l'acide devenu noir une consistance gommeuse.

454. *L'acide sulfurique entre en vapeur à* 320°. — Chauffez sur un fragment de verre quelques gouttes d'acide sulfurique ; l'eau avec laquelle l'acide est mêlée se dégage la première, mais bientôt l'acide concentré se vaporise en émettant en abondance d'épaisses vapeurs blanches ; ces vapeurs ne sont blanches et vi-

sibles que parce qu'elles s'emparent de l'humidité atmosphérique.

455. *Distiller l'acide sulfurique.* — L'acide sulfurique du commerce contient une certaine quantité d'eau et quelques sels étrangers ; on le concentre et on le purifie par la distillation ; nous préparerons ainsi une petite quantité d'acide pur concentré, qui nous servira quelquefois de réactif. Cette opération demande du soin et de la prudence.

456. Disposez l'appareil (220). Choisissez une fiole (*a*) de six centilitres ou deux onces, à col court, que vous remplirez aux trois quarts d'acide sulfurique, en ayant soin d'y ajouter quelques fils ou lamelles de platine ; adaptez avec un bouchon de soufre (192) (212), recouvert extérieurement de mastic dur (256), un tube conducteur qui s'engagera de quelques centimètres seulement avec un mauvais bouchon dans la fiole (*a'*), vide et plongée dans un verre plein d'eau froide. Chauffez la fiole (*a*) avec la lampe-veilleuse d'abord, pour attiédir, puis avec la lampe à alcool, pour déterminer l'ébullition ; celle-ci doit être légère et régulière, de manière à ne pas déterminer de bouillonnement, qui projetterait l'acide impur dans le tube (*b*). Au reste, le platine est indispensable pour éviter les soubresauts qui pourraient briser la fiole. Ménagez donc la chaleur de manière à déterminer une ébullition lente et régulière ; l'opération est longue, et le liquide distillé doit s'écouler lentement et goutte à goutte dans la fiole (*a'*). Quand le liquide de la fiole (*a*) sera réduit de moitié à peu près, enlevez la fiole (*a'*), et remplacez-la par une nouvelle ; celle-ci est destinée à recevoir alors l'acide distillé et convenablement concentré. Ne poussez pas à siccité la distillation, et arrêtez l'opération quand la fiole (*a*) ne contiendra plus que quelques gouttes d'acide ; ces dernières portions retiendront les sels étrangers. La fiole (*a'*) contenant l'acide pur sera fermée avec un bouchon de soufre préparé à l'avance et recouvert de mastic mou, ou dans un flacon bouché à l'émeri. Il est important dans cette opération que le tube conducteur (*b*) pénètre très-peu dans la fiole, et que sa courbure soit placée très-près du bouchon.

Cette distillation est une opération délicate, difficile, même dangereuse, et qui n'est indiquée ici que comme enseigne-

ment. Il serait mieux d'acheter une petite cornue, et d'engager le col dans un tube d'un centimètre de diamètre au moins, et d'une longueur d'un mètre et plus, tel que le fournit le fabricant; les longues parois de ce tube servent elles-mêmes de réfrigérant, en raison du large contact avec l'air, et les gouttes acides distillées sont reçues à l'extrémité dans une fiole. A défaut de cornue, on pourrait prendre une fiole à large panse, qu'on maintiendrait un peu inclinée vers le tube, presque horizontalement, et dont le col, privé de son rebord ou goulot, s'engagerait dans le tube condenseur.

Voyez (981) les caractères propres à faire reconnaître l'acide sulfurique en combinaison avec les bases.

PHOSPHORE.

457. Le phosphore doit être manié avec précaution. Il s'enflamme si facilement dans l'air, que la chaleur de la main peut suffire pour déterminer sa combustion, qui ferait de cruelles brûlures. Il sera conservé dans un flacon plein d'eau bien bouché, et placé dans un lieu obscur, ou enveloppé d'une feuille de papier; il sera toujours manié et coupé sous l'eau, et les fragments seront saisis avec des pinces.

Le phosphore s'extrait des os, dans lesquels il se trouve à l'état de phosphate de chaux. Nous ne tenterons pas cette préparation, parce qu'elle est longue et difficile.

458. *Le phosphore luit dans l'obscurité.* — Mettez dans un verre de montre un fragment de phosphore (2), il luira dans l'obscurité; la lumière sera plus vive si vous versez par-dessus de l'acide nitrique, de manière à n'en laisser qu'une partie à découvert. Tracez légèrement des caractères sur du bois ou une feuille de papier gris avec un morceau de phosphore tenu entre un double de papier à filtre: ils luiront longtemps dans l'obscurité par le fait d'une combustion lente du phosphore.

459. *Le phosphore fond facilement; une légère chaleur, le choc, le frottement, déterminent sa combustion dans l'air.* — Mettez de l'eau dans une capsule; jetez-y un morceau de phosphore et

chauffez : celui-ci fond bientôt sous l'eau ; jetez le tout par terre, et le phosphore s'enflammera.

Mettez de l'eau dans une capsule ; faites surnager une petite capsule faite en papier, dont les plis sont fixés avec un peu de cire à cacheter ; placez dans celle-ci un petit morceau de phosphore, et chauffez l'eau ; bientôt le phosphore fond et s'enflamme sans brûler le papier.

Le frottement, le choc d'un marteau, détermineront la combustion du phosphore.

Placez sur une brique un petit fragment de phosphore, et enflammez-le avec une bougie allumée; vous le verrez brûler avec une flamme éblouissante, en répandant, comme dans les expériences précédentes, un torrent de vapeurs blanches, épaisses et acides.

460. *Combustion du phosphore dans l'oxygène.* — Remplissez (223) d'oxygène une fiole de deux onces, et introduisez-y rapidement un petit creuset d'argile (116) contenant un fragment de phosphore préalablement allumé; les yeux ne pourront supporter l'éclat de la flamme. Le creuset est suspendu par un fil de fer planté dans un bouchon fermant mal la fiole. Si la fiole conserve un peu d'eau, celle-ci est fortement acide.

461. *Briquets phosphoriques. — Première préparation.* — Dans un petit tube en verre de 0^m04 de long et 0^m005 de diamètre intérieur, fermé à une extrémité (342), introduisez un fragment de phosphore que vous ferez fondre, soit en plongeant le tube dans l'eau chaude, soit en l'exposant directement à une légère chaleur; laissez ensuite refroidir, et fermez avec un bon bouchon. Pour vous servir de ce briquet, introduisez une allumette soufrée avec laquelle vous détacherez par frottement une parcelle de phosphore, frottez l'extrémité sur un bouchon de liége, et allumez une autre allumette soufrée à la flamme qui se produit.

462. *Deuxième préparation.* — Procédez comme il est dit ci-dessus; mais, dans le phosphore fondu, plongez à quatre ou cinq reprises un fil de fer rougi dans la flamme de l'alcool ; à chaque immersion, il y aura une légère combustion; cela fait, fermez le tube avec un excellent bouchon. Une allumette sou-

frée, plongée dans ce briquet, prendra feu au contact de l'air. Ce briquet a l'inconvénient d'être déliquescent et promptement hors de service.

463. *Troisième préparation.* — Ce briquet sera fait comme le précédent; mais on a le soin d'ajouter ensuite au phosphore en fusion moitié de son poids de magnésie (669) ; il ne sera plus déliquescent et sera d'un très-bon usage. Il sera très-essentiel de le bien fermer.

HYDROGÈNE PERPHOSPHORÉ.

464. *Préparation.* — Disposez l'appareil (*fig. B*) décrit (215). Cependant nous apporterons ici quelques modifications au mode ordinaire de recueillir les gaz. Introduisez dans une fiole de trois centilitres 5 grammes de chaux vive pulvérisée, et ajoutez assez d'eau pour en faire une bouillie claire. Pesez un demi-gramme de phosphore; mettez-le dans un verre contenant de l'eau; concassez-le en menus morceaux; videz l'eau avec précaution, de manière à retenir le phosphore, que vous introduirez promptement dans la fiole ; agitez celle-ci pour faire le mélange de la chaux et du phosphore, et remplissez-la complétement de chaux éteinte en poudre. Adaptez le tube conducteur, que vous engagerez dans l'éprouvette pleine d'eau, et chauffez avec la lampe-veilleuse. Il ne faut pas recueillir le gaz dans le flacon-éprouvette, mais le laisser se dégager dans l'air par l'extrémité ouverte du petit tube (*d*) plongeant dans le verre plein d'eau. Nous recommandons de placer la lampe à une grande distance, de manière à n'attiédir le mélange que très-légèrement. L'expérience bien faite doit durer plus d'une heure. Les premières bulles qui passent sont de l'air; mais bientôt celles de gaz apparaissent et s'enflamment spontanément à la surface de l'eau et au contact de l'air, en produisant une belle lumière et une légère détonation. Quand ces bulles se succèdent, c'est-à-dire quand le gaz est pur, il faut le recueillir dans une fiole de trois centilitres, pleine d'eau, et renversée sur l'orifice du tube courbe (*d*). Vous remplirez ainsi de gaz deux fioles, que vous placerez à part et renversées

dans des verres pleins d'eau. Laissez alors le gaz se dégager librement dans l'air tranquille, et admirez le beau spectacle de leur inflammation spontanée. Les bulles doivent se dégager lentement, à peu près de seconde en seconde ; pour cela, il ne faut pas trop chauffer, et laisser la lampe éloignée.

Explication. — Sous l'influence du phosphore et de la chaux, l'eau est décomposée ; ses éléments s'unissent au phosphore pour former de l'hydrogène perphosphoré, qui se dégage, et de l'acide phosphorique ; celui-ci se combine avec la chaux et produit du phosphate de chaux, qui reste dans la fiole.

Examinez les propriétés du gaz.

465. *L'hydrogène perphosphoré est un gaz incolore, inodore, peu soluble dans l'eau, non acide, et s'enflammant spontanément à l'air.* — Dans la préparation du gaz, nous voyons le gaz brûler dans l'air ; chaque bulle vient s'enflammer à la surface de l'eau en produisant uue belle lumière et une légère détonation ; en même temps une vapeur blanche et épaisse s'élève et se déroule dans l'air tranquille, sous forme d'une couronne régulière. Cette inflammation est le résultat de la décomposition du gaz ; l'oxygène de l'air s'unit aux éléments de l'hydrogène perphosphoré ; il produit de l'eau avec l'hydrogène, et avec le phosphore de l'acide phosphorique, qui forme cette fumée blanche que nous avons signalée. Aussi le phénomène d'inflammation est-il bien plus marqué avec l'oxygène pur. Nous allons le produire successivement avec l'air et l'oxygène.

466. Transvasez (223) du gaz précédemment recueilli, de manière à remplir à moitié seulement deux petites fioles d'une once. Dans l'une, transvasez très-lentement sous l'eau, et une à une, des bulles d'air ; dans l'autre, faites également passer des bulles d'oxygène : dans l'un et l'autre cas, il se produira après chaque bulle une vive inflammation, mais dont l'éclat sera difficile à supporter avec l'oxygène ; vous sentirez en même temps une forte secousse, due à la rentrée subite de l'eau, à cause du vide qui se produit ; aussi faut-il n'introduire les bulles d'air ou d'oxygène qu'avec précaution, dans la crainte de briser la fiole ; les vapeurs blanches qui se forment disparaissent

bientôt, parce que l'acide phosphorique formé se dissout dans l'eau. Si le gaz est pur, il sera décomposé complétement, et la fiole se remplira d'eau.

HYDROGÈNE PROTOPHOSPHORÉ.

467. Conservez pendant un jour une des fioles que vous avez remplies d'hydrogène perphosphoré; au bout de ce temps, ce gaz a perdu la propriété de s'enflammer spontanément à l'air; il s'est décomposé en partie et a passé à l'état d'hydrogène protophosphoré, en abandonnant une partie du phosphore. Ce dernier gaz a une odeur d'ail très-marquée; il ne s'enflamme plus à l'air, mais seulement au contact d'une bougie allumée.

ACIDE PHOSPHORIQUE.

Disposez l'appareil décrit (221).

468. *Première préparation.* — Versez dans une fiole de trois centilitres 5 grammes d'acide nitrique, puis 4 grammes d'eau, et introduisez 1 gramme de phosphore; adaptez le tube conducteur, qui s'engage à l'aide d'un bouchon dans le tube courbe; celui-ci repose dans un verre plein d'eau. Il est important de ne chauffer que bien modérément à la lampe-veilleuse, de manière seulement à déterminer une très-légère ébullition autour du phosphore, parce qu'une chaleur plus forte qu'il ne convient pourrait enflammer le phosphore, ou produire subitement une ébullition capable de briser la fiole et d'occasionner de graves accidents. Dès que la réaction sur le phosphore se manifeste, il faut même retirer le feu, ou du moins tenir la lampe à une grande distance. Il sera prudent de placer l'écran (166) devant l'appareil. Le phosphore se dissout peu à peu, et une partie de l'acide nitrique, volatilisé par la chaleur de la réaction, va se condenser dans le tube courbe. Quand une certaine quantité d'acide nitrique aura ainsi passé dans le tube courbe, et que la réaction ne se fera plus sensiblement, il faut laisser refroidir la fiole, la déboucher, y ajouter autant d'acide nitrique qu'on en

a versé précédemment, la remettre en place, et continuer l'opération comme précédemment. Quand le phosphore est tout entier dissous, l'opération est terminée. Elle est longue, et doit durer au moins une heure. Versez le liquide de la fiole dans une capsule en verre (41), et chauffez à la lampe-veilleuse jusqu'à ce qu'il prenne une consistance un peu sirupeuse. Suspendez alors l'évaporation, parce que l'acide phosphorique plus concentré attaquerait le verre. Transvasez dans la capsule de platine (44), que vous chaufferez assez fortement à la flamme de la lampe à alcool. La concentration sera terminée quand apparaîtront d'épaisses vapeurs blanches; l'acide, d'abord parfaitement liquide, se solidifie par refroidissement sous forme d'un verre bien transparent, qu'il faut enfermer aussitôt, parce qu'il est déliquescent.

Explication. — L'acide nitrique cède partie ou totalité de son oxygène au phosphore, qu'il convertit en acide phosphorique, et il se dégage de l'azote et du protoxyde d'azote.

469. *Deuxième préparation.* — Mettez un demi-gramme de phosphore sur un débris de verre, que vous placerez dans une assiette bien sèche, et recouvrez-le d'un grand verre à bière, après l'avoir enflammé. Le phosphore brûle avec éclat en répandant d'épaisses fumées blanches qui se déposent sur les parois du verre et sur l'assiette. Soulevez une ou deux fois le verre pour introduire de l'air et déterminer la combustion complète du phosphore. Laissez bien refroidir et enlevez le verre ; vous verrez l'assiette couverte d'une épaisse couche blanche d'acide phosphorique. Il faut se hâter de l'enlever et de l'enfermer, parce qu'il est très-déliquescent. Projeté dans l'eau, il fait entendre le même bruit qu'un fer rouge ; la masse est très-mélangée d'un autre oxyde jaune ou rouge de phosphore : dissolvez le tout dans l'eau, filtrez et faites évaporer jusqu'à consistance sirupeuse, comme ci-dessus.

470. *Propriétés.* — L'acide phosphorique est solide, blanc et sans odeur. Il est très-déliquescent, et se résout promptement en liquide à l'air. Il est très-acide et rougit fortement le tournesol. En plaçant de l'acide dans un petit tube ouvert, et le chauf-

fant au rouge à la lampe à alcool, il se vaporise sous forme d'épaisses vapeurs blanches.

471. Comme l'acide phosphorique est sans usage, il sera saturé (274) (308) immédiatement avec de l'ammoniaque, pour former du phosphate d'ammoniaque (928), sel qui nous sera ultérieurement utile.

Voyez (971) les caractères propres à faire reconnaître l'acide phosphorique en combinaison avec les bases.

ACIDE HYPOPHOSPHORIQUE.

472. Remplissez d'eau jusqu'à moitié un verre à boire ; faites surnager un verre de montre, en vous servant, s'il est nécessaire, d'un porte-mèche (57) pour le maintenir au centre. Voyez la figure ci-contre. Faites une spirale en platine, dans laquelle vous placerez un morceau de phosphore de la grosseur d'un pois ; suspendez-la à l'aide d'un petit bâton placé en travers sur les bords du verre, un peu au-dessus du verre de montre. L'acide hypophosphorique s'écoule peu à peu et goutte à goutte dans celui-ci. Comme l'opération dure longtemps, il faut couvrir l'appreil d'un large cône en papier pour le préserver de la poussière. On pourrait remplacer la spirale de platine par un petit creuset de terre (116) percé à son extrémité.

Fig. 234.

Explication. — Le phosphore se combine peu à peu avec l'oxygène de l'air humide, et se convertit en acide hypophosphorique.

473. *L'acide hypophosphorique est un liquide visqueux, très-acide, incolore, et d'une odeur légèrement alliacée ; chauffé dans une capsule, il abandonne de l'eau, se concentre, et finit par se décomposer en acide phosphorique et en hydrogène protophosphoré, qui se dégage.* — Il n'a pas d'usage, et ne nous servira que pour préparer l'acide hydriodique (413).

474. Les autres acides du phosphore sont trop peu importants pour que nous les étudiions.

475. Gardez-vous de préparer le SULFURE DE PHOSPHORE : ce

composé est sans aucun intérêt, et sa préparation est des plus dangereuses, par l'imminence de l'explosion, dont nous avons failli être victime.

AZOTE.

476. *Première préparation.* — Choisissez une fiole bien sèche (188) de deux ou trois onces de capacité, et introduisez-y un morceau de phosphore de la grosseur d'un pois, que vous sécherez préalablement en le comprimant légèrement entre un double de papier à filtre ; adaptez à la fiole un bouchon très-bien préparé, que vous recouvrirez ensuite d'un morceau de vessie humide et ficelée autour du col, pour fermer exactement l'orifice. Tenez la fiole à la main, faites glisser le phosphore dans le ventre, et chauffez-le doucement à la lampe-veilleuse. Le phosphore fond d'abord et s'enflamme bientôt en produisant d'épaisses vapeurs blanches, qui se condensent sur les parois du verre. La combustion terminée, renversez la fiole dans l'eau, le col en bas ; enlevez le bouchon et laissez pénétrer l'eau, qui prendra la place de l'oxygène absorbé par le phosphore. Le gaz qui reste dans la fiole est de l'azote.

Il est très-important que la fiole soit bien sèche (188), parce que les vapeurs aqueuses qui se formeraient dans l'opération pourraient briser le vase. On conçoit aussi la nécessité de bien boucher la fiole pour empêcher la rentrée de l'air après la combustion.

Explication. — L'air est un mélange d'oxygène et d'azote. Le phosphore, en brûlant dans la fiole, s'unit à l'oxygène de l'air renfermé, pour former de l'acide phosphorique, qui apparaît sous forme de vapeurs blanches ; l'azote qui reste est pur.

477. *Deuxième préparation.* — Il faut mélanger cinq volumes de deutoxyde d'azote (503) avec quatre volumes d'air. A ce effet, choisissez deux fioles de même capacité, que vous mesurerez avec le tube gradué (194) ; remplissez (223) l'une de deutoxyde d'azote, et dans l'autre versez assez d'eau pour ne conserver

vides ou pleins d'air que les quatre cinquièmes de la capacité totale. Renversez les deux fioles sous l'eau, et transvasez (223) l'air bulle à bulle dans la première ; vous verrez se former d'épaisses vapeurs rousses, qui disparaissent, et l'eau s'élève peu à peu dans la fiole ; il faut agiter celle-ci pour faciliter le mélange : quand l'air aura été introduit tout entier, la fiole contiendra de l'azote pur .

Explication. — L'air se compose d'azote et d'oxygène : ce dernier gaz s'unit au deutoxyde d'azote pour le transformer en acide nitreux qui se dissout.

Étudiez les propriétés de l'azote.

478. *L'azote est un gaz incolore, inodore, sans saveur, insoluble dans l'eau, et impropre à la respiration.* — Introduisez dans une fiole pleine de gaz un insecte quelconque, une mouche, par exemple, elle périra aussitôt.

479. *L'azote n'entretient pas la combustion.* — Dans une fiole pleine de gaz, ou un tube (194), introduisez rapidement une bougie allumée, elle s'éteindra.

AMMONIAQUE.

480. *Première préparation.* — Pesez 2 grammes de chaux vive et 1 gramme d'hydrochlorate d'ammoniaque (2) préalablement desséché et pulvérisé ; melangez-les très-intimement sous le pilon. Vous sentirez déjà les vapeurs piquantes de l'ammoniaque qui se dégage. Quand le mélange sera bien fait, et le succès de l'opération en dépend, introduisez-le dans une fiole sèche, de trois centilitres de capacité, à laquelle vous adapterez le tube conducteur. Comme le gaz ammoniaque est très-soluble dans l'eau, vous le recueillerez sur le mercure dans l'appareil décrit (217). Chauffez très-modérément à la lampe-veilleuse, et le dégagement se fera lentement et régulièrement. En chauffant un peu fortement, on volatiliserait une partie de l'hydrochlorate d'ammoniaque, qui échapperait ainsi à la réaction, et pourrait même en se condensant obstruer le tube conducteur. Vers la fin de l'opération, il sera bon de chauffer un peu fortement.

La préparation sera terminée quand le flacon-éprouvette sera plein de gaz.

481. *Deuxième préparation.* — La grande légèreté de l'ammoniaque, qui est moitié environ moins pesant que l'air, nous permet de le recueillir à sec dans l'appareil décrit (219). Les matières composantes seront mélangées comme ci-dessus et chauffées convenablement. La fiole (*a*) sera pleine de gaz, quand un papier rouge de tournesol placé à son orifice deviendra fortement bleu ; vous sentirez d'ailleurs les vapeurs ammoniacales se dégager dans l'air. La fiole pleine sera enlevée et bouchée immédiatement avec un bon bouchon, et remplacée par une autre, qu'on remplira de même. Vous continuerez ainsi, tant que le gaz se dégagera, ce que vous indiquera toujours le papier rouge de tournesol.

Explication. — La chaux s'unit à l'acide hydrochlorique du sel ammoniac pour former de l'hydrochlorate de chaux, et l'ammoniaque, devenu libre, se dégage.

Examinez les propriétés du gaz.

482. *L'ammoniaque est un gaz incolore, d'une odeur piquante, fortement alcalin, et qui éteint les corps en combustion.* — Prenez une fiole pleine de gaz, tenez-la renversée, enlevez le bouchon et fermez-la avec l'index : introduisez un papier rouge de tournesol, il deviendra bleu à l'instant : relevez la fiole et flairez avec précaution, en soulevant l'index, vous sentirez un vif picotement qui provoque les larmes. Introduisez une bougie allumée, elle s'éteindra aussitôt. Approchez la fiole de l'orifice d'un flacon contenant de l'acide hydrochlorique, vous verrez se former d'épaisses vapeurs blanches ; ces fumées sont des vapeurs d'hydrochlorate d'ammoniaque qui se forment aussitôt.

483. *L'ammoniaque est très-soluble dans l'eau.* — Reconnaissez sa grande solubilité dans l'appareil (238). Si le gaz est pur, la fiole se remplira d'eau complétement. Reconnaissez avec un papier rouge de tournesol l'alcalinité de cette eau.

484. *Le chlore décompose l'ammoniaque.* — Remplissez à sec (394) deux fioles à large col, l'une de chlore et l'autre d'ammoniaque ; faites coïncider les ouvertures exactement en tenant

en bas la fiole d'ammoniaque, vous verrez se former des vapeurs blanches épaisses d'hydrochlorate d'ammoniaque ; le chlore s'est emparé de l'hydrogène, et l'azote est mis à nu.

485. Dans l'appareil (221), dont le tube courbe contiendra une dissolution d'ammoniaque dans l'eau, faites passer un courant de chlore (386), vous verrez les mêmes phénomènes se former et l'azote se dégager en une foule de petites bulles. Vous pouvez au contraire faire passer un courant d'ammoniaque dans une dissolution de chlore : il faut dans les deux cas ne pas prolonger l'opération, pour éviter la formation du chlorure d'azote, substance liquide oléagineuse, qui détone avec violence.

Remplissez un tube, fermé à un bout, d'eau de chlore jusqu'à moitié seulement, et achevez de remplir avec l'eau ammoniacale ; fermez avec l'index et renversez le système : vous verrez aussitôt une foule de petites bulles d'azote se former par suite de la décomposition de l'ammoniaque.

486. *Dissolution de l'ammoniaque dans l'eau.* — On se sert souvent d'ammoniaque dans les arts et les laboratoires, non à l'état gazeux, mais en dissolution dans l'eau. Pour préparer cette solution, nous nous servirons de l'appareil de Woulf (228) : dans le premier tube, on versera quelque peu d'ammoniaque du commerce, de manière à le fermer seulement, et dans l'autre, 5 grammes d'eau distillée. Le mélange propre à produire le gaz sera préparé comme il a été dit précédemment (480) et introduit dans une fiole de deux onces ; il se composera de 6 grammes chaux vive et de 3 grammes hydrochlorate d'ammoniaque. Les bulles gazeuses, après s'être lavées dans le liquide du premier tube, iront se dissoudre dans l'eau du second : celle-ci augmente beaucoup de volume, d'un tiers environ. L'expérience doit durer au moins une heure, et il ne faut chauffer que très-modérément à la lampe-veilleuse, pour ne pas volatiliser l'hydrochlorate d'ammoniaque. Vous reconnaîtrez la densité de la solution par le procédé indiqué (231).

La solution de l'ammoniaque dans l'eau, étant un réactif d'un emploi très-fréquent, sera achetée (2) chez le fabricant de produits chimiques.

Voyez (936) les caractères propres à reconnaître l'ammoniaque en combinaison avec les acides.

AIR.

487. *L'air est un mélange d'azote et d'oxygène, dans le rapport de* 79 *volumes du premier, pour* 21 *du second.*

488. *Analyse par le phosphore.* — Choisissez une fiole de deux à trois onces de capacité, à col arrondi, et préalablement bien séchée (188). Coupez un morceau de phosphore de la grosseur d'un pois; séchez-le, en le comprimant légèrement dans un papier à filtre, et introduisez-le dans la fiole; fermez aussitôt celle-ci le plus exactement possible avec un bouchon bien préparé et recouvrez-le d'un morceau de vessie mouillée, que vous ficellerez avec soin autour du goulot. Marquez sur le verre par un trait de lime l'extrémité inférieure du bouchon : c'est l'air ainsi renfermé dans la fiole que nous allons analyser. Le succès de l'expérience dépend entièrement de la parfaite fermeture de la fiole : aussi ne doit-on rien négliger pour l'obtenir. Il est bon aussi de ne pas chauffer la fiole avec les mains avant d'y adapter le bouchon, pour ne pas dilater l'air intérieur. Saisissez-la fiole par le col, faites tomber le phosphore dans le ventre et chauffez-le légèrement à la lampe-veilleuse. Le phosphore fond d'abord et s'enflamme bientôt, en produisant une épaisse vapeur blanche ; il se combine avec l'oxygène de l'air intérieur, et ces vapeurs blanches sont de l'acide phosphorique. Il nous reste à mesurer le volume de l'oxygène ainsi absorbé et celui de l'azote qui reste seul maintenant dans la fiole. Pour cela, laissez refroidir celle-ci, renversez-la dans l'eau, le col en bas, et enlevez la vessie et le bouchon. Aussitôt, l'eau pénétrera dans la fiole. Replacez alors le bouchon toujours sous l'eau et renfoncez-le jusqu'au trait déjà marqué. Le volume d'eau qui a pénétré dans la fiole représente exactement celui de l'oxygène absorbé ; nous allons le mesurer : placez la fiole sur une table, et marquez sur le verre avec un pain à cacheter le niveau intérieur de l'eau; enlevez le bouchon, videz l'eau exactement et remettez la

fiole à la même place; prenez de l'eau avec le tube gradué (194), et versez-la dans la fiole jusqu'à ce que son niveau coïncide avec le trait marqué au pain à cacheter : les divisions du tube donneront le nombre de centimètres cubes d'oxygène absorbés. Versez ensuite de l'eau avec le même tube jusqu'à ce que le niveau atteigne le premier trait marqué, et les divisions indiqueront le nombre de centimètres cubes d'azote. Si l'opération a été faite avec soin, on verra par une proportion que ces deux nombres sont dans le rapport de 21 à 79. La présence constante dans l'air de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique influera faiblement sur les résultats de l'analyse.

489. *Analyse par le plomb.* — Dans une fiole de vingt centilitres de capacité au moins (six onces environ), pleine d'eau, introduisez 50 grammes de plomb de chasse, propre, net et très-fin ; fermez-la avec un bon bouchon et prenez-en le poids ; ôtez ensuite le bouchon, videz toute l'eau avec précaution, de manière à ne pas laisser échapper de plomb ; remettez le bouchon et pesez de nouveau : la différence des deux pesées donnera le volume de l'air à analyser qui se trouve contenu dans la fiole. (Chaque gramme représente un centimètre cube.) Assujettissez bien le bouchon, et, pour qu'il ferme exactement, coiffez-le d'un morceau de vessie mouillée, bien ficelée autour du col. Cela fait, agitez la fiole de quart d'heure en quart d'heure pendant trois heures au moins, pour renouveler les surfaces du plomb humide : celui-ci s'oxyde peu à peu, s'unit à l'oxygène de l'air renfermé et se couvre d'une couche épaisse de couleur jaune, qui est de l'oxyde de plomb. L'opération sera terminée, c'est-à-dire tout l'oxygène absorbé, quand la couleur jaune passera au gris ; dans ce cas, il ne se forme plus d'oxyde, et des particules grises de plomb se détachent seulement par le frottement. Il sera bon d'abandonner ainsi la fiole pendant vingt-quatre heures et même plus. Au bout de ce temps, renversez la fiole dans l'eau et soulevez légèrement le bouchon avec grande précaution, de manière à permettre la rentrée de l'eau et à empêcher aucun grain de plomb de sortir de la fiole. L'eau qui pénètre prend la place de l'oxygène absorbé : replacez le bouchon

comme auparavant, posez la fiole sur une table, enlevez le bouchon, mesurez avec le tube gradué l'eau que vous ajoutez pour remplir la fiole jusqu'à la place du bouchon ; cette quantité représente le volume de l'azote : en retranchant ce volume du volume total que vous connaissez, vous aurez celui de l'oxygène, et si l'expérience a été bien faite, ces deux volumes seront dans le rapport de 79 à 21.

490. *Pesanteur de l'air. — Première expérience.* — Choisissez une grande fiole vide, bien sèche, et adaptez fortement un excellent bouchon, muni d'un petit tube ouvert aux deux bouts, mais dont l'extrémité extérieure sera effilée préalablement à la lampe à alcool (59) en pointe très-déliée (196). Saisissez-la par le col et chauffez-en le ventre peu à peu d'abord, mais ensuite très-fortement, à la flamme de l'alcool : l'air, qui se dilate, s'échappe par l'extrémité déliée du tube effilé ; plongez celle-ci dans la flamme de l'alcool pour la fermer par une légère fusion. Placez la fiole sur une table, laissez-la complétement refroidir, posez-la sur le plateau de la balance, et prenez-en exactement la tare. Cela fait, cassez légèrement l'extrémité fermée du tube effilé, aussitôt l'équilibre sera détruit et la fiole devient plus pesante par la rentrée de l'air extérieur. En faisant convenablement cette expérience dans une fiole de vingt centilitres de capacité, vous pouvez avoir $0^{g}20$ de différence de pesée. On conçoit que le succès dépend uniquement de l'exacte fermeture de la fiole.

491. *Deuxième expérience.* — Remplissez d'eau complétement un verre à boire ; appliquez exactement sur la surface liquide un disque de papier, de manière à fermer hermétiquement le verre, et renversez doucement celui-ci : l'eau ne s'écoulera pas, parce qu'elle est retenue par la pression extérieure, ou le poids de l'air atmosphérique.

492. *Troisième expérience.* — Plongez verticalement dans l'eau un tube de verre ouvert aux deux bouts, de $0^{m}2$ à $0^{m}3$ de long ; fermez une extrémité avec l'index, et retirez le tube ; l'eau ne s'écoulera pas, par la même raison que ci-dessus ; elle tombera aussitôt en retirant l'index. C'est la théorie de la pipette (196).

493. *Quatrième expérience.* — Fermez avec de la cire molle une des extrémités d'un tube semblable, remplissez-le d'eau, fermez avec l'index l'autre extrémité, que vous plongerez dans un verre plein d'eau ; retirez le doigt, et l'eau ne s'écoulera pas ; mais si vous percez le bouchon de cire avec une très-fine aiguille, le tube se videra.

494. *L'air atmosphérique contient de l'humidité.* — Faites dans un verre à boire un mélange de trois parties de neige et une partie de sel marin, vous verrez au bout d'un quart d'heure les parois extérieures du verre, quoique bien sèches, se couvrir d'une espèce de givre. C'est l'humidité de l'air qui s'est condensée en se congelant.

495. *L'air atmosphérique contient de l'acide carbonique.* — Remplissez une capsule d'eau de chaux filtrée, claire et limpide ; elle se couvrira d'une couche opaque de carbonate de chaux, après une longue exposition à l'air.

496. *L'air qui a servi à la combustion ne peut plus l'entretenir.* — Fixez une petite mèche (57) sur un disque de liége posé sur une table, allumez-la, et couvrez le tout avec un verre : la mèche s'éteindra bientôt. On la ranimerait en soulevant le verre avant l'extinction. L'air n'entretient la combustion que par la présence de l'oxygène : or, celui-ci se combine avec les produits combustibles, et se change en eau et en acide carbonique, gaz impropre à alimenter la combustion.

497. *L'air se dilate par la chaleur.* — Disposez et chauffez une fiole pleine d'air, comme il est dit (238), laissez-la bien refroidir ; plongez-la dans l'eau, le col en bas, et cassez l'extrémité fermée du tube effilé : vous verrez aussitôt l'eau s'élever avec force dans l'intérieur de la fiole, et prendre la place de l'air expulsé par la dilatation.

PROTOXYDE D'AZOTE.

498. *Préparation.* — Disposez l'appareil (*fig. A*) décrit (215) ; introduisez dans une fiole de trois centilitres 2 grammes de nitrate d'ammoniaque bien sec, préparé comme il est dit (932);

adaptez le tube conducteur de sûreté (208), que vous engagerez dans le flacon-éprouvette plein d'eau ; chauffez légèrement d'abord à la lampe-veilleuse ; l'air se dégage, le sel entre en fusion, et le gaz se produit alors. Il faut surveiller attentivement et conduire le feu de manière à conserver un dégagement de gaz lent et régulier. Comme vers la fin de l'opération il faut chauffer assez fortement, l'absorption est à craindre par suite d'un refroidissement accidentel, et ne sera évitée qu'en ménageant le feu convenablement. La fiole se tapisse intérieurement de nombreuses gouttes d'eau, qui se réduisent en vapeur, et rendent l'absorption facile sans de grandes précautions. L'opération terminée, il ne reste plus rien dans la fiole, et l'éprouvette doit être remplie de gaz.

Explication. — Cette décomposition du nitrate d'ammoniaque par la chaleur est très-remarquable : l'ammoniaque se compose d'hydrogène et d'azote, et l'acide nitrique, d'azote et d'oxygène; l'oxygène se sépare en partie de sa combinaison dans l'acide nitrique, qui se transforme ainsi en protoxyde d'azote ; cet oxygène libre se combine ensuite partie avec l'hydrogène de l'ammoniaque pour former de l'eau, et partie avec son azote, avec lequel il produit encore du protoxyde d'azote. Les seuls résultats de la réaction sont donc du protoxyde d'azote et de l'eau.

Examinez les propriétés du gaz.

499. *Le protoxyde d'azote est un gaz incolore, inodore et d'une saveur légèrement sucrée; il rallume les corps qui ne conservent que quelques points d'ignition.* — Introduisez dans une fiole pleine de gaz une allumette ou une bougie récemment éteinte, mais qui conserve des points d'ignition, la bougie se rallumera et continuera à brûler avec vivacité. Le protoxyde d'azote est le seul gaz qui, avec l'oxygène, possède cette propriété; il en diffère cependant en ce qu'il n'entretient pas la vie des animaux.

500. *Combustion du charbon, du soufre et du phosphore dans le protoxyde d'azote.* — Introduisez dans une fiole pleine de gaz un fragment allumé d'une des substances précédentes déposé dans un petit creuset d'argile (116), il brûlera avec un grand éclat.

Le creuset sera suspendu à un fil de fer planté dans un bouchon qui fermera mal.

501. *Le protoxyde d'azote n'entretient pas la respiration.* — Introduisez dans une fiole pleine de gaz un insecte quelconque, il périra promptement.

502. *Le protoxyde d'azote est décomposé par l'hydrogène à une haute température.* — Introduisez dans une fiole de cinq centilitres des volumes égaux de protoxyde d'azote et d'hydrogène; approchez de l'orifice une bougie allumée, les gaz s'enflammerontavec une violente détonation. Il est prudent d'envelopper la fiole d'un linge dans la crainte de rupture.

DEUTOXYDE D'AZOTE.

503. *Première préparation.* — Disposez l'appareil (*fig.* B) décrit (215); versez dans une fiole de trois centilitres 5 grammes d'acide nitrique, puis 5 grammes d'eau; agitez pour faire le mélange, puis introduisez 2 grammes de cuivre rouge coupé en menus morceaux; adaptez le tube conducteur, que vous engagerez dans l'éprouvette pleine d'eau. Au lieu de chauffer, il faut au contraire éviter avec soin la chaleur qui se produit dans la réaction : à cet effet, la fiole sera plongée dans un verre plein d'eau. On voit d'abord quelques bulles se dégager lentement autour du cuivre, mais peu à peu elles augmentent, et le gaz se dégage bien et régulièrement jusqu'à la fin de l'opération. La fiole se remplit d'abord de vapeurs rousses qui disparaissent bientôt. Rejetez, comme il a été dit, les premières portions de gaz; au bout d'une heure environ l'éprouvette est pleine de gaz.

Explication. — L'acide nitrique est décomposé par le cuivre: celui-ci lui enlève une portion de son oxygène, et le transforme ainsi en deutoxyde d'azote, qui se dégage. L'oxyde de cuivre formé s'unit à l'acide nitrique et forme du nitrate de cuivre, qui reste en dissolution: aussi la liqueur a une couleur bleue intense, et le cuivre s'est dissous complétement. Il est important d'éviter la chaleur qui donnerait naissance à du protoxyde d'azote.

504. *Deuxième préparation.* — Elle ne diffère de la précédente que parce qu'on substitue du mercure au cuivre; les matières composantes seront 15 grammes de mercure et 15 grammes d'acide nitrique ordinaire; l'opération se fait comme ci-dessus.

Examinez les propriétés du deutoxyde d'azote. Nous recommandons d'opérer à l'air et avec une grande prudence, parce que ce gaz est très-délétère.

505. *Le deutoxyde d'azote est un gaz incolore, non acide, insoluble dans l'eau; il se transforme à l'air en acide nitreux.* — Introduisez sous l'eau, dans la fiole pleine de gaz, un papier bleu de tournesol, il ne changera pas de couleur. Tenez maintenant la fiole ouverte dans l'air, le papier bleu rougira, et la fiole se remplira d'épaisses vapeurs rousses. Ces vapeurs sont dues à la formation de l'acide nitreux, qui se produit aussitôt, parce que le deutoxyde d'azote s'unit à l'oxygène de l'air.

506. On peut faire l'expérience autrement : renversez sur l'eau une fiole aux trois quarts pleine de gaz, et laissez pénétrer une bulle d'air; les vapeurs rousses se formeront aussitôt en se dissolvant dans l'eau, qui monte un peu dans la fiole : faites passer une nouvelle bulle d'air, les mêmes phénomènes se produiront et l'eau montera davantage. Par une suite d'opérations semblables, on convertira tout le deutoxyde d'azote en acide nitreux, qui se dissout. Si, au lieu d'introduire de l'air, on fait passer (223) des bulles d'oxygène, le phénomène est plus marqué, et l'eau finit par remplir la fiole complétement.

507. *Le deutoxyde d'azote n'entretient pas la combustion.* — Une bougie allumée plongée dans une fiole pleine de gaz s'y éteint aussitôt.

508. *Le deutoxyde d'azote n'entretient pas la respiration.* — Un insecte introduit dans une fiole pleine de gaz périt subitement. Il faut se garder de respirer ce gaz qui est très-délétère; aussi faut-il opérer à l'air.

509. Transvasez (222) et conservez (226) le restant du deutoxyde d'azote, qui nous servira pour des expériences ultérieures.

ACIDE NITREUX.

510. *Première préparation.* — Choisissez deux petites fioles d'égale capacité ; remplissez (223) à moitié l'une d'oxygène et l'autre de deutoxyde d'azote (303); transvasez sous l'eau et bulle à bulle le premier dans le sec ond, vous verrez seformer d'épaisses vapeurs rousses d'acide nitreux qui disparaîtront aussitôt en se dissolvant dans l'eau; quand tout l'oxygène aura été transvasé, tout le deutoxyde d'azote sera décomposé, et la fiole sera complétement plcine d'eau.

Explication. — L'oxygène s'unit au deutoxyde d'azote et le fait passer à un état supérieur d'oxydation, à celui d'acide nitreux.

511. *Deuxième préparation.* — L'acide nitreux est liquide à la température et à la pression ordinaires; nous allons le préparer à cet état; mais comme il bout à 28°, et émet d'abondantes vapeurs à la température ordinaire, nous le recevons au milieu d'un mélange réfrigérant. Disposez l'appareil (*fig.* A) décrit (235); mais le tube (*b*), au lieu de plonger dans une fiole (*c*), sera introduit dans un tube droit fermé à un bout, bien sec (188) et à parois minces. Dans le tube courbe mettez du chlorure de calcium ou de la chaux vive : le tube droit, qui a 0^m20 de long sur 0^m004 de diamètre intérieur, plongera dans un mélange réfrigérant composé de deux parties de neige ou glace pilée et une de sel. Ce mélange est fait dans un grand verre à bière (*d*), qui repose lui-même dans un vase plus grand, aussi rempli de neige. Desséchez fortement dans une capsule de verre 4 grammes de nitrate de plomb (821) en poudre, jusqu'à commencement de décomposition, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il se forme quelques vapeurs rousses ; introduisez-les dans une fiole de trois centilitres, bien sèche, que vous adapterez au tube conducteur, et chauffez modérément d'abord puis assez fortement avec la lampe à alcool ; les vapeurs rousses d'acide nitreux se forment bientôt, traversent la chaux qui les dessèche complétement, et vont se condenser dans le tube droit en un liquide limpide, transparent et incolore. L'opération terminée, étudiez immédiatement les propriétés de l'acide.

512. *L'acide nitreux est un liquide caustique, très-odorant, très- volatil; sa couleur varie avec la température du jaune orangé au blanc.* — Placez une goutte sur une lame de verre, vous la verrez changer de couleur et disparaître bientôt en émettant d'épaisses vapeurs rutilantes.

513. *L'acide nitreux est décomposé par l'eau.* — Mettez un peu d'acide dans un verre à pied, et versez de l'eau goutte à goutte, vous verrez l'acide changer successivement de couleur et passer au brun, au jaune, au vert, et devenir enfin incolore. Dans cette décomposition remarquable, l'eau s'est chargée d'acide nitrique, et il se dégage du deutoxyde d'azote, qui se convertit aussitôt dans l'air en acide nitreux.

514. *L'acide nitreux se combine avec l'acide sulfurique.* — A une goutte d'acide nitreux déposée sur un verre, ajoutez une goutte d'acide sulfurique, il se formera aussitôt un composé blanc cristallin, que l'eau décompose avec dégagement de deutoxyde d'azote et formation d'acide nitrique. Nous avons produit (447) ce composé cristallin, qui joue un grand rôle dans la fabrication de l'acide sulfurique.

515. *L'acide nitreux se dissout sans altération dans l'acide nitrique.* — Disposez l'appareil (221), et dans le tube courbe mettez 5 grammes d'acide nitrique ; faites passer à travers un courant d'acide nitreux préparé comme ci-dessus (511), vous verrez l'acide nitrique changer successivement de couleur en dissolvant l'acide nitreux, et devenir vert, jaune et brun. Dans toutes ces expériences il faut opérer à l'air, et se garantir de l'atteinte des vapeurs acides qui sont très-nuisibles.

ACIDE NITRIQUE.

516. *Préparation.* — Disposez l'appareil (221) ; introduisez dans une fiole de trois centilitres 2 grammes de salpêtre (2), et versez ensuite 2 grammes d'acide sulfurique : il faut avoir le soin de rassembler la matière et de ne pas la répandre çà et là sur les parois de la fiole. Le tube conducteur peut s'adapter à la fiole avec un bouchon de liége, et l'opération marcher convenable-

ment, quoique le bouchon soit fortement attaqué ; mais il sera mieux de lui substituer un bouchon de soufre (181). A cet effet, vous fixerez celui-ci au tube conducteur, et vous le maintiendrez dans la fiole à l'aide d'un peu de mastic dur. Chauffez modérément avez la lampe-veilleuse : le salpêtre se dissout, la matière s'épaissit, et des vapeurs rousses remplissent la fiole, mais elles disparaissent bientôt, et les vapeurs blanches d'acide nitrique leur succèdent ; elles se condensent partie dans le tube conducteur et partie dans le tube courbe, qui sert de récipient. Vers la fin de l'opération, les vapeurs rousses reparaissent ; il faut alors retirer le feu, et l'opération est terminée. La matière est parfaitement liquide dans la fiole et se prend en masse par le refroidissement. Nous recommandons de ne chauffer que bien modérément pour obtenir un acide pur : une chaleur trop forte volatiliserait une partie de l'acide sulfurique.

Explication. — Le salpêtre est du nitrate de potasse : l'acide sulfurique se combine avec la potasse, et la chaleur volatilise l'acide nitrique ainsi isolé. L'acide nitrique ne peut exister sans eau ; les premières parties qui se dégagent se trouvent en présence d'une grande quantité d'acide sulfurique, lui cèdent leur eau et se décomposent en oxygène et acide nitreux, qui apparaît sous forme de vapeurs rousses ; mais l'acide sulfurique, en se combinant bientôt avec la potasse, abandonne son eau de combinaison, dont s'empare l'acide nitrique, qui se forme alors convenablement. Vers la fin de l'opération, tout l'acide sulfurique, s'étant uni à la potasse, ne peut plus céder d'eau à l'acide nitrique, qui se décompose alors et donne de nouveau naissance aux vapeurs rousses d'acide nitreux.

517. *L'acide nitrique est un liquide incolore, très-acide, fumant à l'air, soluble dans l'eau, désorganisant la peau.* — L'acide que nous avons obtenu jouit de ces propriétés : il est légèrement coloré, parce qu'il retient en dissolution un peu d'acide nitreux ; pour l'en priver, il suffit de le chauffer légèrement dans une capsule en verre. Il répand d'épaisses vapeurs à l'air, mais si vous ajoutez de l'eau il n'est plus fumant. Il tache fortement la peau en jaune, en la brûlant. Si le salpêtre dont on s'est servi

est pur et ne contient pas de sel marin, l'acide ne précipitera pas par l'addition d'une goutte de nitrate d'argent (887). On s'assurera que celui du commerce précipite ainsi, parce qu'il contient de l'acide hydrochlorique. Il renferme aussi de l'acide sulfurique, puisqu'une goutte étendue d'eau précipite par l'addition d'une goutte d'une dissolution d'un sel de baryte.

518. *L'acide nitrique est décomposé par la chaleur en oxygène et acide nitreux.* — Chauffez fortement sur la lampe à alcool la capsule de platine, et quand elle sera rouge, déposez une goutte d'acide nitrique, vous verrez se former aussitôt d'épaisses vapeurs rousses d'acide nitreux.

Le charbon le décompose également, ce dont vous vous assurerez en déposant un goutte d'acide sur un charbon rouge.

519. *Distiller l'acide nitrique.* — Il est nécessaire pour certaines opérations d'avoir de l'acide nitrique pur; celui du commerce (2) contient de l'acide nitreux, de l'acide sulfurique et de l'acide hydrochlorique ; nous le purifierons par la distillation. A cet effet, disposez l'appareil (220) qui nous a servi à la distillation de l'acide sulfurique (456). Un bouchon de soufre préparé à l'avance réunira, à l'aide d'un peu de mastic dur, le tube conducteur à la fiole (*a*) : celle-ci aura six centilitres de capacité ; remplissez-la aux trois quarts d'acide nitrique du commerce en ayant soin d'y ajouter quelques fragments de platine et un peu de nitrate de plomb pulvérisé; chauffez avec la lampe à alcool, de manière à maintenir une légère ébullition, et les vapeurs acides passent bientôt dans l'autre fiole (*a'*), où elles se condensent. Quand l'acide à distiller, de jaune qu'il était, est devenu incolore, tout l'acide nitreux s'est dégagé ; remplacez alors la fiole (*a'*) par une autre, et continuez la distillation jusqu'à siccité : il restera dans la fiole une matière solide, composée de sulfate et chlorure de plomb, et l'acide distillé est parfaitement pur. L'opération est longue ; conduisez-la avec prudence et précaution.

Voyez (1055) les caractères propres à faire reconnaître l'acide nitrique en combinaison avec les bases.

EAU RÉGALE.

520. L'eau régale, ainsi nommée parce qu'elle dissout l'or et quelques autres métaux inattaquables par les acides ordinaires, est un mélange d'une partie en poids d'acide nitrique avec six ou plus souvent quatre parties d'acide hydrochlorique. Les deux acides réagissent l'un sur l'autre, et leur mélange doit être considéré comme composé uniquement de chlore, acide nitreux et eau. Ce liquide dissout un grand nombre de corps, surtout à l'aide de la chaleur, et est fort souvent employé.

IODURE D'AZOTE.

521. *L'iodure d'azote est une poudre noire, insoluble dans l'eau et détonant avec une grande violence par le plus léger frottement.* — C'est-à-dire qu'il faut bien se garder d'en préparer des quantités un peu fortes ; suivez exactement la préparation que nous allons indiquer, et vous n'aurez à craindre aucun danger.

Préparation. — Versez dans une capsule (46) 1 gramme d'acide nitrique et 4 grammes d'acide hydrochlorique ; agitez avec une baguette de verre pour favoriser le mélange ; dans ce liquide, mettez une petite pincée, 0gr10 au plus, d'iode : celui-ci se dissoudra complétement à froid avec dégagement gazeux, en colorant la liqueur en jaune. La dissolution terminée, ajoutez goutte à goutte, avec une pipette, une dissolution d'ammoniaque ; il se produira aussitôt un précipité noir d'iodure d'azote ; ajoutez de l'ammoniaque tant qu'il se formera un dépôt ; jetez le tout sur un petit filtre et lavez avec la fiole (178) jusqu'à ce que l'eau de lavage soit sans saveur et ne rougisse plus le papier bleu du tournesol ; prenez délicatement le filtre, développez-le sur le séchoir absorbant (178) ; étendez sur toute sa surface la poudre humide, et déchirez-le en petits morceaux que vous isolerez les uns des autres, en les laissant sécher à l'air. Quand la poudre sera parfaitement sèche, le frottement d'une barbe de plume suffira pour la faire détoner. Nous avons

divisé le filtre pour que les détonations se fassent isolément et sans danger.

ARSENIC.

522. *Extraction.* — Introduisez dans un petit tube fermé à un bout (89) quelques grains d'acide arsénieux (528) (2) préalablement mêlé et trituré avec un peu de charbon en poudre, et chauffez dans la flamme de l'alcool : il se déposera au delà dans l'intérieur une couche noire et miroitante d'arsenic métallique. Brisez le tube, et vous reconnaîtrez sa forme cristalline. (Cette poudre blanche qu'on vend dans le commerce sous le nom d'*arsenic* est de l'oxyde d'arsenic ou acide arsénieux.) Dans les recherches de chimie légale, c'est toujours à l'état métallique qu'il faut réduire le composé arsenical, parce que le métal seul a des propriétés caractéristiques, qui ne permettent pas de le confondre avec d'autres substances : nous indiquerons (985) (994) les différents moyens d'extraire l'arsenic métallique de ses composés.

Examinez les propriétés de l'arsenic.

523. *L'arsenic est solide, gris d'acier, volatil, et ses vapeurs condensées cristallisent.* — Dans un petit tube fermé (89), chauffez quelques grains de métal (2) : ses vapeurs se condenseront dans l'intérieur sous forme cristalline. Brisez le tube, et vous observerez les cristaux.

524. *L'arsenic a une odeur d'ail caractéristique.* — Dans l'expérience précédente flairez le tube, avec précaution, ou projetez un grain de métal sur un charbon rouge, et vous sentirez cette odeur d'une manière très-prononcée.

525. *L'arsenic s'oxyde à l'air à l'aide de la chaleur.* — Pulvérisez finement quelques grains de métal et chauffez-les très-modérément dans une capsule en verre (46), vous verrez la poussière blanchir et se convertir en acide blanc. Si on chauffait trop fortement, cet acide se volatiliserait.

Dans un petit tube ouvert (88) et incliné à 45°, chauffez très-modérément un grain de métal pulvérisé et étendu en couche mince ; sous l'influence du courant d'air intérieur le métal se

convertira en acide arsénieux blanc ; chauffez un peu plus fortement, et vous verrez l'acide se volatiliser et se déposer au delà du point chauffé sous forme de poussière blanche.

Projetez un grain de métal sur un charbon, vous verrez s'élever d'épaisses vapeurs blanches d'acide arsénieux.

526. *L'arsenic brûle à l'air avec une flamme bleue.* — Chauffez fortement sur la lampe à alcool un fragment de verre ; quand il sera brûlant, déposez-y un grain d'arsenic, vous le verrez brûler avec une flamme bleue, en répandant des vapeurs blanches épaisses.

527. *L'arsenic est insoluble dans l'eau, mais sous l'influence de l'air il s'oxyde et se dissout un peu.* — Mettez dans une capsule ou un verre de montre de la fine poussière d'arsenic métallique et humectez-la de plusieurs gouttes d'eau distillée ; quand celle-ci se sera évaporée à l'air libre, ajoutez de nouveau un peu d'eau et filtrez : une goutte limpide abandonnée à l'évaporation libre sur une lame de verre y déposera un léger sédiment blanc d'acide arsénieux. Les réactifs enseignés (994) feront reconnaître d'ailleurs sa présence dans la liqueur.

ACIDE ARSÉNIEUX.

528. *Préparation.* — Cet acide s'obtiendra en chauffant à l'air l'arsenic métallique dans un tube ouvert, de 0^m004 environ de diamètre intérieur. L'arsenic se volatilisera, partie à l'état métallique, partie à l'état d'oxyde blanc, qui se déposera dans l'intérieur du tube sous forme de petits cristaux brillants. Il faut incliner le tube à 45° pour faciliter le courant d'air intérieur qui oxyde le métal : par des sublimations successives, l'arsenic, encore métallique, se convertit tout entier en acide arsénieux. Cet acide se vend dans le commerce (2) sous le nom d'*arsenic ;* c'est une poudre blanche comme de la farine.

529. *L'acide arsénieux est solide, blanc, volatil et cristallise facilement.* — Projetez sur un charbon rouge un grain d'acide, vous le verrez se volatiliser sous forme de vapeurs blanches d'une odeur alliacée. Cette odeur, qui n'appartient qu'à l'arsenic

métallique, est due à la réduction d'une partie de l'acide.

Volatilisez lentement dans un tube quelques grains d'acide, les vapeurs se condenseront sous forme cristalline, que vous observerez à la loupe.

Pour avoir une belle cristallisation, opérez ainsi : déposez quelque peu d'acide dans un verre de montre ; recouvrez celui-ci d'un verre plus grand renversé, et chauffez très-légèrement à la lampe-veilleuse : une belle cristallisation en aiguilles striées se fixera sur le verre supérieur, si vous avez eu le soin de chauffer très-modérément.

530. *L'acide arsénieux est facilement réduit en métal par le charbon, à l'aide de la chaleur.* — Nous avons fait (522) cette réduction.

531. *L'acide arsénieux est un peu soluble dans l'eau, plus à chaud qu'à froid, et cristallise par le refroidissement.* — Dissolvez un peu d'acide à chaud dans de l'eau distillée, filtrez et observez la cristallisation dans une goutte abandonnée sur une lame de verre à l'évaporation spontanée (150) : si l'eau distillée est préalablement aiguisée par l'acide hydrochlorique, elle dissout davantage d'acide arsénieux et la cristallisation est plus abondante.

532. *Caractères distinctifs de l'acide arsénieux.* — Il est très-important de pouvoir reconnaître sa présence dans certains cas de chimie légale. Nous donnons plus loin (985) (994) les procédés convenables à employer.

ACIDE ARSÉNIQUE.

533. *Préparation.* — Mettez dans une grande fiole 5 grammes d'acide arsénieux en poudre, puis 20 grammes d'acide nitrique et 10 d'acide hydrochlorique ; placez-la sur un petit support carré (321) en disposant le col horizontalement, et chauffez doucement à la lampe-veilleuse : il se dégage des torrents d'acide nitreux ; aussi convient-il de modérer la chaleur et d'opérer sous une cheminée ou à l'air : bientôt tout l'acide s'est dissous ; versez alors le liquide dans une capsule en verre (46) et évaporez

jusqu'à siccité. Vers la fin de l'opération, quand la liqueur est visqueuse, il faut modérer la chaleur, dans la crainte de projection au dehors, et agiter sans cesse avec une baguette en verre ; on terminera la dessiccation et l'expulsion complète des acides en excès, en chauffant plus fortement avec la lampe à alcool.

534. *L'acide arsénique se présente sous forme d'une masse blanche d'une saveur âcre, caustique, vénéneuse, déliquescente ; il est très-soluble dans l'eau, incristallisable, fixe et décomposable par le feu en oxygène et acide arsénieux.* — Comme cet acide est sans intérêt, vous le dissoudrez dans l'eau distillée et le saturerez (304) (274) avec du carbonate de soude pour former de l'arséniate de soude (631), sel dont nous nous servirons ultérieurement.

Voyez (985) les caractères propres à faire reconnaître l'acide arsénique en combinaison avec les bases.

SULFURE JAUNE D'ARSENIC OU ORPIMENT.

535. *Première préparation.* — Disposez l'appareil (221) ; faites dissoudre à chaud, dans 10 grammes d'eau, environ 0g,25 d'acide arsénieux ; pour favoriser la solution, vous ajouterez au liquide 5 ou 6 gouttes d'acide hydrochlorique. La dissolution terminée sera versée dans le tube courbe ; faites passer au travers un courant d'acide hydrosulfurique, préparé comme il a été dit (432), et bientôt le sulfure d'arsenic se déposera avec sa belle couleur jaune ; jetez sur un filtre, lavez (177) et faites sécher à l'air (182).

536. *Deuxième préparation.* — Comme ce sulfure n'a pas de propriétés bien remarquables, on peut se contenter d'en préparer une très-petite quantité. A cet effet, dissolvez à chaud dans une capsule (46) quelques grains d'acide arsénieux dans de l'eau aiguisée d'acide hydrochlorique, et versez dans cette liqueur encore chaude plusieurs gouttes d'une dissolution d'acide hydrosulfurique (439) ; il se formera bientôt un précipité jaune de sulfure d'arsenic.

537. Ce sulfure est fusible et volatil. Dans les analyses de chimie légale, c'est le plus souvent à l'état de sulfure jaune qu'on tend à ramener le composé arsenical : nous dirons plus loin (988) ce qu'il convient de faire pour en séparer l'arsenic métallique.

ACIDE BORIQUE.

538. *Préparation.* — Dans une capsule à fond plat (45) faites bouillir 50 grammes d'eau avec la lampe-veilleuse ; dans cette eau en ébullition, introduisez 10 grammes de borate de soude (borax) (2) bien pulvérisé, par petites portions, et au fur et à mesure seulement de la dissolution de la partie ajoutée. Tout le sel étant dissous, retirez le feu et versez goutte à goutte de l'acide hydrochlorique en agitant la liqueur, jusqu'à ce que le papier bleu de tournesol (338) immergé prenne une couleur rouge bien persistante, ce qui indique un léger excès d'acide hydrochlorique. Laissez refroidir le liquide, et bientôt se déposeront des lamelles ou paillettes blanches d'acide borique. Décantez les eaux mères après un complet refroidissement dans une autre capsule en verre, et chauffez-les de manière à en évaporer la moitié environ ; laissez refroidir, et vous verrez se former de nouveaux cristaux d'acide borique. Étendez tous les cristaux obtenus sur le séchoir (182) et laissez-les sécher à l'air. En cet état, ils sont imprégnées de cristaux de sel marin : pour les en séparer, placez-les dans un filtre et lavez-les en versant successivement de petites portions d'eau distillée, jusqu'à ce que les eaux de lavage n'aient plus la saveur du sel marin (177). Les cristaux bien lavés seront desséchés fortement (178) et enfermés dans une fiole ; ils nous serviront ultérieurement.

Explication. — L'acide hydrochlorique s'unit à la soude pour former de l'hydrochlorate de soude, et l'acide borique se sépare.

539. *L'acide borique est solide, fixe, fusible, peu soluble dans l'eau.* — Fixez à l'extrémité du fil de platine (86) un peu d'acide borique et plongez-le dans la flamme de l'alcool, vous le verrez

fondre en perle limpide qui conservera sa transparence après le refroidissement. L'acide borique étant souvent employé, on peut se le procurer chez le fabricant (2).

Voyez (1000) les caractères propres à faire reconnaître l'acide borique en combinaison avec les bases.

FLUORURE DE BORE.

540. *Préparation.* — Ce gaz, qui a de l'analogie avec le fluorure de silicium, se prépare de la même manière que celui-ci (545). Pour le produire, vous ferez un mélange intime de 2 grammes de fluorure de calcium (2) et 1 gramme d'acide borique (538) sec et pulvérisé, que vous introduirez dans une fiole de trois centilitres avec 15 grammes d'acide sulfurique.

541. *Le fluorure de bore est un gaz incolore, très-acide et répandant d'abondantes fumées blanches à l'air.* — Un papier bleu exposé aux vapeurs blanches rougit aussitôt.

542. *Le fluorure de bore est le plus soluble de tous les gaz et se décompose dans l'eau.* Ce gaz est si avide d'eau qu'il l'enlève à tous les corps et noircit rapidement les matières végétales, qu'il désorganise. En se dissolvant dans l'eau, il se décompose en partie et abandonne de l'acide borique, qui se dépose en paillettes brillantes, mais qui se redissolvent bientôt.

543. Comme ce gaz est très-lourd, vous pouvez le recueillir à sec (220), et reconnaître sa grande solubilité par le procédé prescrit (238). Cette expérience est très-curieuse.

ACIDE SILICIQUE OU SILICE.

544. La pierre à fusil est de la silice mélangée de quelques substances étrangères.

Préparation. — Chauffez fortement dans un feu quelconque une pierre à fusil et projetez-la toute rouge dans la terrine pleine d'eau ; cette opération a pour but de faciliter le broiement de la pierre ; pulvérisez-la très-finement dans un mortier et faites-la bouillir pendant un quart d'heure dans une capsule en verre

avec 20 grammes d'acide hydrochlorique et 5 grammes d'acide nitrique, afin de dissoudre les substances étrangères; étendez le résidu de beaucoup d'eau, lavez par décantation, jetez ensuite sur un filtre et lavez largement avec la fiole à filtre (178), jusqu'à ce que les eaux passent insipides; desséchez, et vous aurez de la silice pure sous forme de poussière blanche, insoluble, sans saveur et infusible; elle nous servira ultérieurement.

Voyez (976) les caractères propres à faire reconnaître l'acide silicique en combinaison avec les bases.

FLUORURE DE SILICIUM.

545. *Préparation.* — Faites un mélange très-intime de 1 gramme de sable blanc et 1 gramme de fluorure de calcium (2), tous deux très-finement pulvérisés; introduisez-le dans une fiole de trois centilitres, et versez par-dessus assez d'acide sulfurique pour en faire une pâte liquide; adaptez à la fiole le tube conducteur. Comme le gaz que nous voulons produire est très-soluble dans l'eau, il devrait être recueilli sur le mercure; mais comme il est peu important, il nous suffira, sans le recueillir, de l'étudier dans l'appareil décrit (221). Vous verserez assez de mercure dans le tube courbe pour le fermer seulement. Chauffez modérément à la lampe-veilleuse, et vous verrez bientôt le gaz se dégager sous forme d'épaisses vapeurs blanches.

Explication. — L'eau que renferme l'acide sulfurique est décomposée; ses éléments s'unissent à ceux du fluorure de calcium et le transforment en hydrofluate de chaux. L'acide sulfurique se combine avec la chaux et rend libre l'acide hydrofluorique : celui-ci réagit sur le sable, qui est de la silice ou oxyde de silicium; il cède son hydrogène à l'oxygène pour former de l'eau, et le fluor, s'unissant au silicium, produit le fluorure de silicium, qui se dégage.

Examinons les propriétés du gaz.

546. *Le fluorure de silicium est un gaz incolore, très-acide et répandant à l'air d'épaisses fumées blanches.* — Vous voyez

les vapeurs se dégager en abondance de l'orifice du tube courbe; introduisez-y un papier bleu de tournesol, il rougira à l'instant.

547. *Le fluorure de silicium se dissout rapidement dans l'eau et s'y décompose en partie.* — Les vapeurs blanches nous indiquent déjà que ce gaz est très-soluble dans l'eau; il en est si avide, qu'il l'enlève à tous les corps, et noircit les substances végétales en mettant leur carbone à nu. Ajoutez de l'eau pardessus le mercure dans la branche ouverte du tube courbe; les bulles de gaz s'y dissoudront rapidement, en s'enveloppant d'une couche blanche qui prend la consistance de la gelée; cette matière est de la silice, et devient assez abondante pour obstruer le tube. Voici ce qui se passe : l'eau se décompose, son oxygène s'unit au silicium pour former de la silice, qui se précipite; son hydrogène donne, avec le fluor devenu libre, de l'acide hydrofluorique; mais ce dernier acide s'unit de nouveau au fluorure de silicium non décomposé, et fournit un nouveau composé acide, l'*hydrofluate de fluorure de silicium*, qui se dissout dans l'eau. Ce nouvel acide s'appelle encore acide *hydrofluosilicique*.

548. Comme le fluorure de silicium est très-lourd, vous pouvez le recueillir à sec (220) et reconnaître sa grande solubilité par le procédé prescrit (238). Cette expérience est curieuse.

CARBONE.

549. Le charbon ordinaire n'est pas pur, comme nous le verrons plus loin; pour avoir du charbon pur, ou *carbone*, nous emploierons plusieurs procédés.

Première préparation. — La flamme d'une chandelle n'est brillante que parce qu'elle tient en suspension des molécules de charbon incandescentes. Plongez dans cette flamme un corps froid, une lame de métal, un fragment de porcelaine, une capsule pleine d'eau, et les molécules du charbon se déposeront enab ondance sur leur surface; ce charbon est mélangé de matières grasses; recueillez-le et chauffez-le fortement au rouge à la flamme du chalumeau dans un petit creuset fermé (115-116); il sera alors parfaitement pur.

550. *Deuxième préparation.* — Calcinez également dans un petit creuset fermé un morceau de sucre ou de gomme, et vous aurez du charbon pur.

551. *Troisième préparation.* — Le charbon ordinaire s'obtient en calcinant du bois en vase clos. Enflammez une allumette et plongez-la, au fur et à mesure de sa combustion, dans une fiole ; elle sera convertie en une masse noire de même forme, qui est du charbon. Celui-ci n'est pas pur; car si vous faites brûler complétement l'allumette dans l'air, il restera une petite quantité de matière blanche, appelée *cendre*, composée de plusieurs substances salines.

552. Nous conseillons à l'étudiant d'essayer à faire les baguettes de charbon, destinées aux essais au chalumeau, par le procédé suivant : coupez et sciez au besoin des baguettes de bois de pin ou sapin, ou, à défaut, tout autre bois, de 20 centimètres de long et 1 à 2 centimètres d'épaisseur. Creusez dans le sol d'une cour ou d'un jardin un trou de 22 centimètres de long, 22 centimètres de large, 25 centimètres de profondeur, bien battu, bien tassé, et dont les parois soient légèrement inclinées en forme de pyramide. Brûlez dans ce trou quelques menues branches, pour le sécher et même le *cuire*. Cela fait, garnissez le fond de copeaux ou menues branches, que vous enflammerez et sur lesquelles vous poserez quelques baguettes de bois. Quand celles-ci seront enflammées, couvrez-les de nouvelles baguettes, que vous laisserez enflammer avant d'en ajouter de nouvelles. Vous garnirez ainsi peu à peu toute la cavité, en ayant le grand soin de fermer toute issue à la flamme par l'addition de nouvelles baguettes, au fur et à mesure qu'elle se manifeste, et bientôt le trou sera complétement rempli ; à ce moment, laissez un peu s'élever et se produire la flamme, et couvrez enfin le tout avec une planche mouillée, que vous recouvrirez de terre. Au bout de quatre heures, enlevez le couvercle, et vous trouverez du charbon bien fait, si l'opération a été bien conduite. Nous avons omis de dire qu'il ne fallait pas jeter les baguettes au hasard dans le trou, mais les ranger perpendiculairement les unes aux autres, en forme de grille, de manière à laisser des

vides pour le dégagement de la fumée et la propagation du feu. Cette expérience est si facile, que l'étudiant fera bien d'en faire plusieurs consécutivement, pour acquérir une certaine habileté.

553. *Quatrième préparation.* — Calcinez fortement dans un petit creuset fermé un fragment d'os; vous obtiendrez une masse noire, charbonneuse, appelée *noir animal,* et qui jouit de propriétés décolorantes énergiques.

554. *Cinquième préparation.* — Sur un fragment de verre chauffé fortement à la lampe à alcool, déposez un petit morceau de résine, vous le verrez fondre et s'enflammer bientôt en émettant une fumée épaisse, qui, recueillie, prend le nom de *noir de fumée,* substance employée dans les arts.

Examinons les propriétés du charbon.

555. *Le charbon se combine avec l'oxygène à l'aide de la chaleur.* — Nous avons vu (363) la vive combustion du charbon dans l'oxygène; le produit de la réaction est un gaz nommé acide carbonique (359), qui n'entretient pas la combustion. En effet, une bougie allumée, qui continue à brûler dans une fiole pleine d'air, s'éteint aussitôt dans la fiole où a brûlé le charbon.

556. *Le charbon brûle facilement dans l'air.* — Le charbon ne brûle dans l'air que parce que celui-ci contient de l'oxygène; il brûle d'autant plus facilement qu'il est plus divisé : ainsi, un morceau de charbon dense allumé s'éteint bientôt tout seul dans l'air; mais si vous brûlez des chiffons de manière à les réduire en masse charbonneuse, le charbon se trouve en cet état si divisé qu'il continuera à brûler seul dans l'air, lorsqu'il est allumé.

Chauffez fortement avec la lampe à alcool la capsule en platine (44), ou toute autre capsule en métal, et déposez-y un peu de poussière de charbon; vous la verrez bientôt s'allumer et se consumer complétement, sans résidu si le charbon est pur, et avec un résidu de cendre s'il est impur.

557. *Le charbon ordinaire contient toujours de l'humidité.* — Chauffez fortement dans une grande fiole quelques fragments de charbon de ménage, et vous verrez les parois se couvrir de gouttelettes d'eau.

558. *Le charbon, et surtout le noir animal, décolore les liquides colorés.* — Agitez pendant quelque temps dans une fiole 50 grammes de vin rouge avec 4 grammes de noir animal en poudre et filtrez, la liqueur passera incolore.

HYDROGÈNE PERCARBONÉ.

559. *Préparation.* — Disposez l'appareil (*fig. B*) décrit (215). Versez dans une fiole de trois centilitres 1 gramme d'acide sulfurique, puis 1 gramme d'alcool ordinaire ; agitez fortement sous l'eau pour faire le mélange et l'empêcher de s'échauffer; adaptez le tube conducteur, que vous engagerez dans l'éprouvette pleine d'eau. Chauffez avec la lampe-veilleuse, de manière à faire légèrement bouillir la liqueur : cette ébullition tarde à paraître, mais il ne faut pas se hâter de chauffer, pour ne pas volatiliser une partie de l'alcool, qui échapperait ainsi à la réaction. L'air passe d'abord et doit être rejeté, comme il a été déjà recommandé ; puis la liqueur entre en ébullition, et le gaz se dégage. Pendant l'opération, le liquide se colore en jaune, puis noircit, et vers la fin devient assez épais pour déterminer un boursouflement qui menace de passer dans le tube. Enlevez alors rapidement la fiole : l'opération est terminée, et l'éprouvette doit être pleine de gaz.

Explication. — L'acide sulfurique décompose l'alcool, qui est composé d'eau, d'oxygène, d'hydrogène et de carbone; il s'empare de l'eau, et l'hydrogène s'unit d'une part à l'oxygène pour former de l'eau, et d'autre part au carbone, avec lequel il produit de l'hydrogène percarboné, qui se dégage. Une partie du carbone est mise à nu, reste en suspension dans le liquide, le noircit, et lui donne cette viscosité qui détermine le boursouflement. Les dernières portions gazeuses qui se dégagent ne sont pas pures, elles contiennent de l'acide sulfurique et de l'acide carbonique.

Examinons les propriétés du gaz.

560. *L'hydrogène percarboné est un gaz incolore, possédant une odeur empyreumatique désagréable, quand il n'est pas bien*

pur, insoluble dans l'eau, n'entretenant ni la respiration ni la combustion. — Dans une fiole pleine de gaz, plongez rapidement une allumette enflammée, qui s'éteindra aussitôt.

L'hydrogène carboné est décomposé par l'oxygène à une haute température. — Approchez de l'orifice d'une fiole ou mieux d'un tube (194) plein de gaz, une bougie allumée, le gaz prendra feu et brûlera avec une flamme jaune et brillante. Introduisez dans une fiole des volumes égaux de gaz et d'oxygène, enveloppez-la d'un linge, et approchez de l'orifice une bougie allumée : les gaz s'enflammeront en produisant une vive lumière et une forte détonation. Les produits de cette décomposition sont de l'eau et de l'acide carbonique.

561. *Gaz de l'éclairage.* — Le gaz de l'éclairage se prépare en calcinant au rouge de la houille dans des cylindres en fonte. Ce gaz n'est pas de l'hydrogène carboné pur, il contient d'autres gaz, entre autres de l'hydrogène protocarboné et de l'oxyde de carbone. Introduisez dans une fiole de trois centilitres 4 ou 5 grammes de houille grasse pulvérisée, et chauffez avec précaution avec la lampe à alcool, en recevant les produits gazeux dans l'éprouvette pleine d'eau. Le gaz se dégage facilement ; la fiole se couvre en même temps de gouttelettes jaunâtres de goudron, qui passent en partie dans le tube conducteur et vont surnager dans le liquide de l'éprouvette. En approchant de l'orifice d'une fiole pleine de gaz une bougie allumée, il brûlera avec une flamme brillante.

ACIDE CARBONIQUE.

562. *Première préparation.* — Disposez l'appareil (*fig. B*) décrit (215). Versez dans une fiole de trois centilitres 3 grammes d'acide hydrochlorique, et introduisez un morceau de marbre pesant 1 gramme ; adaptez promptement le bouchon, et engagez le tube conducteur dans l'éprouvette pleine d'eau. Il est nécessaire d'opérer rapidement, parce que le gaz se dégage aussitôt, et à froid. Il ne faut pas chauffer. Le marbre se dissout peu à peu avec effervescence et finit par disparaître.

563. *Deuxième préparation.* — On peut substituer la craie ordinaire au marbre; mais, comme elle est friable et poreuse, le dégagement se fait trop rapidement, et le gaz se perdrait en quantité sans quelques précautions. Versez dans une fiole de trois centilitres 10 grammes d'eau pure, 4 grammes d'acide hydrochlorique; favorisez le mélange par l'agitation. Taillez un long prisme de craie de manière qu'en l'introduisant dans la fiole, sa base seule plonge dans la liqueur acide; adaptez promptement le bouchon et engagez le tube dans l'éprouvette pleine d'eau. Comme le dégagement du gaz se fait plus rapidement encore que dans la préparation précédente, il est nécessaire d'agir avec plus de promptitude. La craie se dissout et le prisme plonge peu à peu et finit par disparaître.

Explication. — Le marbre et la craie sont des carbonates de chaux : l'acide hydrochlorique s'unit à la chaux, avec laquelle il forme de l'hydrochlorate de chaux, qui reste dissous, et l'acide carbonique, devenu libre, se dégage. Il ne serait pas convenable d'employer de l'acide sulfurique au lieu d'acide hydrochlorique, parce que le sulfate de chaux qui se formerait est insoluble et recouvrirait d'une couche épaisse le marbre non attaqué, qu'il préserverait ainsi du contact de l'acide.

Examinons les propriétés du gaz.

564. *L'acide carbonique éteint les corps en combustion.* — Dans une fiole pleine de gaz, introduisez un papier bleu de tournesol humide; il rougira, mais moins fortement qu'avec les autres acides plus puissants; la couleur ne sera pas rouge vif, mais rouge vineux. Plongez une bougie allumée, elle s'éteindra aussitôt.

565. *L'acide carbonique asphyxie les animaux.* — Introduisez dans une fiole pleine de gaz un insecte, une mouche, par exemple, elle périra aussitôt.

566. *L'acide carbonique se dissout dans l'eau.* — Renversez dans l'eau une fiole pleine de gaz, le col en bas : l'eau s'élèvera dans l'intérieur, mais très-lentement, parce que le gaz n'est pas très-soluble. Fermez la fiole avec l'index, agitez vivement l'eau intérieure pour favoriser la dissolution, et plongez de nou-

veau dans l'eau : celle-ci y pénétrera en plus grande quantité. En répétant convenablement cette opération, on finira par dissoudre complétement le gaz et remplir d'eau la fiole.

567. *L'acide carbonique est rapidement absorbé par les alcalis.* — Introduisez rapidement sous l'eau un morceau de potasse caustique dans une fiole pleine de gaz ; fermez avec l'index ; agitez vivement ; retirez le doigt, et l'eau s'élancera dans la fiole en prenant la place de l'acide carbonique absorbé. Dans une fiole pleine de gaz, versez un peu d'eau de chaux, fermez avec l'index, et agitez fortement : l'eau blanchira aussitôt et laissera un dépôt de carbonate de chaux insoluble. En renversant la fiole dans l'eau et retirant le doigt, l'eau pénétrera dans l'intérieur, parce que l'acide carbonique a été absorbé par la chaux. Une dissolution d'ammoniaque agirait plus énergiquement encore que l'eau de chaux.

568. *L'acide carbonique est plus pesant que l'air.* — 1° La pesanteur du gaz nous permet de le recueillir à sec. Placez sur un verre à boire vide un disque de carton percé d'un petit trou dans lequel s'engagera jusqu'au fond du verre le tube conducteur du gaz ; celui-ci gagnera la partie inférieure en chassant l'air au dehors, et remplira bientôt le verre : vous reconnaîtrez que celui-ci est plein en soulevant le carton et en approchant de la surface, une bougie allumée, qui s'éteindra. Placez au fond d'un autre verre une petite mèche (57) allumée, fixée sur un disque de liége ; versez dans celui-ci le contenu de l'autre verre comme si c'était un liquide : le gaz s'écoulera et immergera la petite mèche, qu'il éteindra.

569. 2° Remplissez de gaz un verre de la même manière ; renversez sur celui-ci un autre verre plein d'air, de même grandeur ; faites parfaitement coïncider les deux ouvertures ; renversez le système : le gaz et l'air changeront mutuellement de récipient, ce dont vous vous assurerez avec une bougie allumée.

570. 3° Remplissez de gaz de la même manière un verre à boire, et introduisez dans l'intérieur, jusqu'à moitié seulement, le fond d'un autre verre plus petit, de manière à expulser ainsi moitié du gaz ; enlevez avec précaution ce verre, et le premier se

trouvera plein d'air et d'acide carbonique, qui en occuperont chacun la moitié, le gaz au-dessous et l'air au-dessus. En effet, une bougie allumée brûlera dans la partie supérieure et s'éteindra dans la partie inférieure.

571. 4° L'expérience précédente peut encore se faire d'une autre manière : remplissez de gaz un grand verre à bière; versez ensuite lentement et avec précaution de l'eau jusqu'à moitié ; le verre se trouvera ainsi rempli d'eau inférieurement et de gaz supérieurement : reconnaissez la présence de celui-ci avec une bougie allumée. Videz maintenant l'eau avec grande précaution à l'aide d'un siphon (313) : le gaz prendra la place de celle-ci, en abandonnant la sienne à l'air. En effet, une bougie allumée qui s'éteignait dans la partie supérieure du verre, continue à y brûler, et s'éteint dans la partie inférieure.

Ces deux expériences faites avec précaution et dans un air tranquille imitent assez bien le phénomène si connu de la grotte du Chien.

572. *Dans l'action de la respiration, l'oxygène de l'air absorbé par les poumons est rejeté en partie à l'état d'acide carbonique.* — Versez dans une fiole de l'eau de chaux (658) claire et limpide ; à l'aide d'un tube introduit dans la bouche, faites-y passer de l'air des poumons : vous verrez l'eau blanchir et se charger peu à peu de carbonate de chaux insoluble, qui reste en suspension.

573. *L'acide carbonique est un des produits constants de la combustion.* — A l'aide d'un fil de fer, introduisez dans une grande fiole une petite mèche (57) allumée, et laissez-la s'y éteindre ; retirez-la et versez dans la fiole de l'eau de chaux bien claire ; en agitant, vous la verrez aussitôt blanchir et se charger de carbonate de chaux.

Voyez (1021) les caractères propres à faire reconnaître l'acide carbonique en combinaison avec les bases.

ACIDE OXALIQUE.

574. On prépare cet acide en traitant le sucre, la fécule et un grand nombre de matières végétales par l'acide nitrique.

Préparation. — Introduisez dans une grande fiole 25 grammes d'amidon, et 75 grammes d'acide nitrique ordinaire, et laissez réagir à froid. Bientôt l'amidon est dissous ; la décomposition commence et le gaz nitreux se dégage en abondance : aussi faut-il opérer à l'air ou sous une cheminée. Lorsque le dégagement est terminé, ajoutez 24 grammes d'acide nitrique et chauffez légèrement avec la lampe-veilleuse ; les vapeurs nitreuses apparaissent de nouveau : entretenez une chaleur modérée tant que vous apercevrez une réaction. Versez ensuite la liqueur dans une capsule à fond plat (45) pour la faire cristalliser, et vous obtiendrez des cristaux en aiguilles d'acide oxalique. Réunissez les eaux mères refroidies et faites-les chauffer dans une capsule, en ajoutant 25 grammes d'acide nitrique en plusieurs fois. Ce deuxième traitement donne lieu à une seconde production de cristaux. Recueillez les cristaux, faites-les dissoudre et cristalliser de nouveau pour avoir de l'acide pur. Ce dernier, dissous dans l'eau, s'emploie comme réactif pour constater la présence de la chaux : les proportions de cette solution sont de 2 parties d'acide pour 8 parties d'eau distillée. On pourrait employer de l'eau ordinaire, mais il faudra filtrer la dissolution, qui est trouble.

Voyez (964) les caractères propres à faire reconnaître l'acide oxalique en combinaison avec les bases.

OXYDE DE CARBONE.

575. *Préparation.* — Disposez l'appareil (*fig. B*) décrit (215). Introduisez dans une fiole de trois centilitres 1 gramme de bioxalate de potasse cristallisé, autrement dit sel d'oseille (2) (614), et versez par-dessus 20 grammes d'acide sulfurique ; adaptez le tube conducteur et engagez-le dans l'éprouvette pleine d'eau. Chauffez modérément à la lampe-veilleuse. Le sel se dissout d'abord complétement ; une légère ébullition se manifeste dans la liqueur et le gaz se dégage. Il se produit deux gaz dans cette opération, de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique en volumes égaux. Pour séparer ce dernier, ne recevez pas le gaz dans le flacon-éprouvette, mais dans des fioles renversées sur le

tube courbe (*o*) : ces fioles, ainsi que le verre, ne seront pas remplies d'eau pure, mais d'eau de chaux récemment préparée; l'acide carbonique s'unira à la chaux et se précipitera à l'état de carbonate de chaux. En effet, le liquide devient blanc et opaque par la formation de ce dernier sel insoluble.

L'oxyde de carbone ainsi recueilli dans de l'eau de chaux est entièrement privé d'acide carbonique.

Explication. — Le bioxalate de potasse ou sel d'oseille est une combinaison d'acide oxalique et de potasse : ce dernier acide se compose d'oxygène et de carbone, et ses deux éléments se combinent ensemble de manière à produire les deux gaz ci-dessus désignés, sous l'influence de l'acide sulfurique, qui s'unit à la potasse.

Examinons les propriétés du gaz.

576. *L'oxyde de carbone est un gaz incolore, sans odeur, sans saveur, insoluble dans l'eau; il brûle à l'air au contact d'un corps enflammé.* — Approchez de l'orifice d'un tube (194) plein de gaz une bougie allumée, le gaz prendra feu et brûlera avec une flamme bleuâtre peu visible : il se combine ainsi avec l'oxygène de l'air, et passe à l'état d'acide carbonique.

577. *L'oxyde de carbone se combine avec l'oxygène à une haute température et se change en acide carbonique.* — Introduisez (223) dans une fiole de trois centilitres des volumes égaux d'oxyde de carbone et d'oxygène, et approchez une bougie allumée : les gaz se combineront en produisant une flamme jaunâtre et une forte détonation. Il faut envelopper la fiole d'un linge.

CYANOGÈNE.

578. *Première préparation.* — Disposez l'appareil décrit (217) introduisez dans une fiole de trois centilitres bien sèche 2 grammes de cyanure de mercure (856) pulvérisé et parfaitement desséché ; adaptez le tube conducteur, que vous engagerez dans l'éprouvette pleine de mercure ; chauffez légèrement d'abord avec la lampe à alcool pour chasser l'air de l'appareil, puis enfin plus fortement pour déterminer la décomposition du cya-

nure de mercure : ce sel prend la consistance d'une pâte épaisse et noircit fortement en dégageant du cyanogène. Quoiqu'il faille chauffer fortement, il ne faut pas le faire brusquement, parce que le gaz se dégagerait tout d'un coup en si grande quantité qu'il déterminerait la rupture de la fiole : la chaleur doit être progressivement augmentée, de manière à conserver un dégagement gazeux, lent et régulier.

Comme le gaz est plus lourd que l'air, on peut le recueillir à sec dans l'appareil (220). On s'assurera que la fiole est pleine de gaz quand un papier bleu de tournesol placé dans le goulot rougira.

Explication. — Le cyanure de mercure est décomposé par la chaleur ; le cyanogène se dégage, et le mercure libre reparaît avec son éclat métallique.

579. *Deuxième préparation.* — Introduisez dans une fiole de trois centilitres un demi-gramme d'oxalate d'ammoniaque (935) bien sec, puis 15 grammes d'acide sulfurique, et recueillez le gaz, soit sur le mercure (217), soit à sec dans l'air (220), chauffez légèrement avec la lampe-veilleuse ; le sel fond complétement, et bientôt on voit les petites bulles gazeuses traverser le liquide. La chaleur doit être douce, de manière à conserver cette légère ébullition seulement ; plus forte, elle volatiliserait l'acide sulfurique. Le cyanogène qui se dégage n'est pas pur ; il est mélangé d'un peu d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. Cette préparation convient bien pour préparer la dissolution du cyanogène dans l'eau.

Explication. — L'oxalate d'ammoniaque est composé d'oxygène, de carbone, d'hydrogène et d'azote ; sous l'influence de l'acide sulfurique, l'oxygène s'unit à l'hydrogène pour former de l'eau, et le carbone s'unit à l'azote pour produire le cyanogène qui se dégage.

Examinons les propriétés du gaz.

580. *Le cyanogène est un gaz incolore, d'une odeur piquante, brûlant à l'air.* — Un papier de tournesol humide introduit dans la fiole pleine de gaz devient rouge. Flairez avec précaution, vous sentirez une odeur piquante ; sa saveur rappelle celle des

amandes ; approchez de l'orifice une bougie allumée, le gaz prendra feu et brûlera avec une belle flamme pourpre.

581. *Le cyanogène éteint les corps en combustion.* — Dans une fiole pleine de gaz, introduisez rapidement une bougie allumée, elle s'éteindra aussitôt.

582. *Le cyanogène est soluble dans l'eau.* — Renversez dans l'eau une fiole pleine de gaz, et l'eau s'élèvera lentement dans l'intérieur et la remplira complétement si le gaz est pur. Il faut agiter, parce que l'eau ne monte que lentement.

On peut préparer une dissolution de cyanogène dans l'eau, dans l'appareil de Woulff (228). Le premier tube courbe contiendra un peu d'eau ordinaire destinée à laver le gaz, qui viendra se dissoudre dans l'eau distillée versée dans le second tube. Cette dissolution est acide et a une saveur prononcée d'amandes amères. En la chauffant légèrement, le cyanogène dissous se dégage et disparaît complétement.

583. *Le cyanogène est décomposé par l'oxygène à l'aide de la chaleur.* — Renversez dans l'eau une fiole pleine de gaz et agitez jusqu'à ce que moitié du gaz ait été dissous ; transvasez (223) aussitôt de l'oxygène de manière à remplir la fiole ; enveloppez celle-ci d'un linge, et approchez une bougie allumée ; les gaz se combineront avec détonation.

584. Nous ne préparerons pas l'*acide hydrocyanique*, parce que cet acide est un des poisons les plus violents qui existent et que la préparation en est très-dangereuse.

CHAPITRE DEUXIÈME.

MÉTAUX.

585. On compte quarante et un métaux; parmi eux plusieurs sont extrêmement rares et n'ont d'autre intérêt que celui de leur existence. Nous ne nous occuperons que de ceux dont les noms suivent :

Potassium.	Zinc.
Sodium.	Nickel.
Baryum.	Cobalt.
Strontium.	Antimoine.
Calcium.	Cuivre.
Magnésium.	Plomb.
Aluminium.	Bismuth.
Manganèse.	Mercure.
Fer.	Argent.
Étain.	Or.
Platine.	

586. Le nombre des composés que les métaux forment en se combinant, soit entre eux, soit avec les métalloïdes, est très-considérable. Il nous serait impossible de les passer tous en revue, et nous avons dû borner notre examen à ceux qui sont les plus importants.

Nous avons rangé sous forme de tableau, pour chaque métal, ses principaux composés, en indiquant leur couleur, leur solubilité dans l'eau et leur préparation. La solubilité des sels dans l'eau varie avec la température : les nombres inscrits dans la colonne de chaque tableau relative à la solubilité, indiquent la quantité ou le nombre de parties (*en poids*) de sel cristallisé que dissolvent 100 parties d'eau à la chaleur exprimée en degrés du

thermomètre centigrade, et voisine de la température ordinaire. Parmi ces composés, les sels sont les plus nombreux et souvent les plus dignes d'intérêt ; disons quelques mots à leur sujet.

On donne le nom de *sel* à la substance qui résulte de la combinaison d'un acide avec une base ; l'étude des sels comprend leurs propriétés physiques, l'action qu'exercent sur eux les différents corps et surtout la chaleur et enfin leur préparation. Quant aux propriétés physiques, l'état, la couleur, la solubilité dans l'eau et la forme de cristaux sont les plus importantes. Quant à l'action de la chaleur, nous avons indiqué (125) le mode de l'étudier. Quant à la préparation, elle résulte le plus souvent de quelques procédés généraux, que nous avons précédemment exposés (303) et auxquels nous renvoyons. Cependant lorsque quelques sels offrent un intérêt particulier, lorsqu'ils nous servent de réactifs, et lorsque surtout leur préparation n'est pas comprise dans les procédés généraux, nous en parlons avec détail à la suite du tableau particulier à chaque métal ; enfin, nous exposons les caractères particuliers qui les distinguent.

587. *La forme cristalline* des sels offre le plus grand intérêt dans l'analyse, parce qu'elle permet souvent de les distinguer entre eux. Une solution de salpêtre brut, par exemple, c'est-à-dire contenant du nitrate de potasse, du chlorure de sodium et du sulfate de potasse, évaporée sous forme de goutte (145) sur une lame de verre, examinée au microscope ou à la loupe, montrera les cristaux *en aiguilles* du nitrate, en *cubes* du chlorure et en *prismes à quatre pans* du sulfate : s'y trouve-t-il du nitrate de soude, on reconnaît la forme *rhomboédrique*. C'est là un excellent procédé analytique. Il est indispensable que la liqueur soit très-peu concentrée, 2° ou 3° à l'aréomètre, pour que les cristaux soient nets et distincts. Nous allons donner la liste des formes cristallines.

588. TABLEAU

DES FORMES CRISTALLINES DES SELS.

ACÉTATE..... ..	(sous-).....	de plomb.....	Lames blanches opaques.
Id.....	(neutre).....	de plomb.....	Prismes tétraèdres satinés.
Id.....	..... »	d'argent.....	Cristaux d'un vert foncé efflorescents à la surface.
Id.....	(de peroxyde).	de cuivre.....	Pyramides tétraèdres tronquées.
Id.....	(de protoxyde)	de fer..... .	Petits prismes verts.
Id..	..... »	de potasse.....	Cristaux lamelleux.
Id.....	..... »	de soude.....	Prismes striés.
ALUN.....	..... »	de potasse.....	Octaèdres ou cubes.
Id.....	..... »	d'ammoniaque.	*id.* *id.*
Id.....	..... »	de soude.....	*id.* *id.*
ARSÉNIATE.....	..... »	d'ammoniaque.	Prismes obliques.
Id.....	..... »	de fer.....	Poudre blanche.
Id.....	..... »	de magnésie...	Masse saline.
Id.....	..... »	de potasse.....	Masse saline.
Id.....	(*bi*).....	de potasse.....	Cristaux octaèdres à base carrée.
Id.....	..... »	de soude.....	Prismes hexaèdres.
BORATE.....	..... »	d'argent.....	Poudre cristalline pesante.
Id.....	..... »	de magnésie...	Petits cristaux de forme irrégulière.
Id	..... »	de potasse.....	Prismes à quatre pans.
Id.....	..... »	de soude.....	Prismes hexaèdres.
CARBONATE.....	..... »	d'ammoniaque.	Masse blanche irrégulière.
Id.....	(*bi*).....	de potasse.....	Masse saline.
Id.....	..... »	de soude.....	Octaèdres composés de deux pyramides à quatre faces à base rhomboïdale.
CARBONATE.....	(de protoxyde)	de soude.....	Prismes à quatre pans.
CHLORATE	..... »	de potasse.....	Paillettes nacrées.
Id.....	..... »	de soude.....	Tétraèdres ou rhombes très-peu obliques.
CHLORURE	..... »	d'aluminium...	Masse cristalline, à grosses lamelles demi-translucides.
Id.....	(*per*).....	d'antimoine ...	Masse cristalline déliquescente.

Chlorure.....	..... »	de baryum....	En feuilles et en tables.
Id.....	..... »	de bismuth....	Incristallisable.
Id.....	..... »	de cobalt.....	Cristaux prismatiques rouge-rubis.
Id.....	(de peroxyde).	de cuivre.....	Petites aiguilles vertes.
Id.....	(de protoxyde)	d'étain.....	Aiguilles ou octaèdres.
Id.....	(de peroxyde).	d'étain.....	Incristallisable.
Id.....	(de protoxyde)	de fer.....	Cristaux vert clair.
Id.....	(de peroxyde).	de fer.....	Cristaux rouges.
Id.....	..... »	de magnésium.	Cristaux en aiguilles.
Id.....	(de protoxyde)	de manganèse..	Lames quadrangulaires ou hexagonales.
Id.....	(de protoxyde)	de mercure....	Par sublimation cristallise en prismes quadrilatères aplatis.
Id.....	(de peroxyde).	de mercure ...	Aiguilles prismatiques ou quadrilatères aplatis.
Id.....	..... »	de nickel.....	Cristaux verts déliquescents en aiguilles confuses.
Id.....	(de peroxyde).	de platine.....	Prismes.
Id.....	..... »	de plomb.....	Petits prismes ou longues aiguilles.
Id.....	..... »	de potassium..	Cubes.
Id.....	..... »	de sodium.....	Cubes.
Id.....	..... »	de strontium ..	Longues aiguilles en prismes hexaèdres.
Id.....	..... »	de zinc	Masse saline incristallisable.
Chromate.....	(de peroxyde).	d'ammoniaque.	Houppes jaunes ou lames carrées.
Id.....	..... »	de potasse ...	Prismes jaunes transparents.
Id.....	(*bi*).....	de potasse	Tables rectangulaires rouge orangé.
Id.....	..... »	de soude.....	Gros cristaux jaunes transparents.
Cyanoferrure .	(jaune).	de potasse.....	Grandes tables rectangulaires.
Id.....	(rouge)... ...	de potasse.....	Cristaux rouge-rubis volumineux.
Cyanure.....	..... »	de mercure....	Prismes à base carrée transparents ou opaques.
Id..... ...	..... »	de potassium..	Masse cristalline.
Fulminate.....	..... »	d'argent.....	Petites aiguilles blanches.
Id.....	..... »	de mercure....	Précipité gris jaunâtre, cristallin.

HYDROCHLORATE .	..... »	d'ammoniaque.	Cubes ou octaèdres.
HYDROSULFATE...	..... »	d'ammoniaque.	Feuilles transparentes incolores.
Id.....	..... »	de potasse.....	Cristaux prismatiques.
IODATE.....	..... »	de baryte.....	Poudre blanche.
Id.....	..... »	de potasse.....	Cristaux blancs et grenus.
Id.....	..... »	de soude.....	Grains cristallins.
IODURE	..... »	de baryum....	Aiguilles.
Id.....	(de protoxyde)	d'étain.....	Aiguilles rouges.
Id.....	(*bi*)..... ..	d'étain.....	Poussière d'un jaune orangé sale.
Id.....	..... »	de fer.....	Cristaux verdâtres.
Id.....	..... »	de potassium..	Cubes.
Id.....	..... »	de zinc.....	Masse saline déliquescente; cristallise en aiguilles brillantes par sublimation.
NITRATE.....	..... »	d'alumine.....	Cristaux rayonnés ou masse gommeuse.
Id.....	(de protoxyde)	d'ammoniaque.	Cristaux fins déliés.
Id.....	..... »	d'argent.....	Lames carrées.
Id..... ...	..... »	de cobalt.....	Petits prismes rouges.
Id..	..... »	de baryte.....	Octaèdres.
Id.....	..... »	de bismuth....	Longs cristaux incolores transparents.
Id.....	..... »	de cuivre.....	Parallélipipèdes allongés.
Id.....	(de protoxyde)	d'étain.....	Prismes très-minces.
Id.....	(de peroxyde).	d'étain.....	Ne cristallise pas.
Id.....	(de peroxyde).	de fer.....	Masse saline d'un rouge brun déliquescente.
Id.....	..... »	de magnésie...	Prismes rhomboïdaux ou petites aiguilles soudées.
Id..	(de protoxyde)	de mercure....	Cristaux incolores.
Id.....	(de peroxyde).	de mercure....	*id.* *id.*
Id.....	..... »	de nickel.....	Prismes octogones réguliers.
Id.....	..... »	de plomb.....	Octaèdres réguliers transparents ou opaques.
Id...	..... »	de potasse.....	Prismes à six pans, terminés par des pyramides à six faces, plus ordinairement en prismes ou en aiguilles profondément cannelées.

Nitrate.....	(de peroxyde).	de soude.....	Rhomboèdres.
Id.....	..... »	de strontiane..	Octaèdres ou prismes irréguliers.
Id.....	..... »	de zinc.....	Prismes aplatis quadrilatères terminés par des pyramides.
Oxalate.....	(de peroxyde).	de fer.....	Cristallise difficilement.
Id.....	..... »	de potasse.....	Prismes hexaèdres.
Id.....	(*bi*).....	de potasse.....	Parallélipipèdes opaques.
Id.....	..... »	de soude.....	Cristaux grenus.
Phosphate	..... »	d'ammoniaque.	Prismes à six pans.
Id.....	..... »	d'ammoniaque et de soude..	S'effleurit à l'air.
Id.....	..... »	de magnésie...	Cristaux s'effleurissan lentement à l'air.
Id.....	..... »	de potasse.....	Prismes à quatre pans.
Id.....	..... »	de soude.....	Prismes rhomboïdaux.
Sulfate.....	..... »	d'alumine.....	En feuilles minces flexibles d'un éclat nacré.
Id.....	..... »	d'alumine et de potasse	Cubes ou octaèdres.
Id.....	..... »	d'alumine et d'ammoniaque.....	*id.* *id.*
Id.....	..... »	d'ammoniaque.	Prismes aplatis.
Id.....	..... »	d'antimoine ...	Masse saline blanche; le sel acide cristallise en petites aiguilles.
Id.....	..... »	d'argent.....	Petites aiguilles incolores.
Id.....	..... »	de cobalt.....	Prismes rhomboïdaux roses.
Id.....	..... »	de cuivre.....	Cristaux d'un bleu-saphir.
Id.....	(de protoxyde)	d'étain.....	Cristaux prismatiques longs et déliés.
Id.....	(de peroxyde)	d'étain.....	Incristallisable.
Id.....	(de protoxyde)	de fer.....	Prismes rhomboïdaux transparents, vert bleuâtre.
Id.....	(de peroxyde).	de fer.....	Masse saline gommeuse.
.....	..... »	de magnésie...	Prismes rectangulaires à quatre pans.
Id.....	(de protoxyde)	de manganèse..	Prismes.
Id.....	.... *Id*.....	de mercure....	Prismes.
Id.....	(de protoxyde)	de mercure....	Aiguilles cristallines blanches.

SULFATE.....	..... »	de nickel.....	Prismes rhomboïdaux transparents.
Id.....	..... »	de potasse.....	Prismes obliques à quatre pans.
Id.....	(*bi*).....	de potasse.....	Prismes.
Id.....	..... »	de soude.....	Prismes à six pans.
Id.....	..... »	de zinc.....	Cristaux prismatiques incolores, transparents, efflorescents.
SULFITE.....	..... »	de potasse.....	Feuilles ou aiguilles.
SULFURE.....	..... »	de baryum....	Prismes incolores à quatre pans.

589. — La *couleur* de chaque sel est indiquée ultérieurement dans les tableaux qui renferment tous les composés d'un même métal.

590. — L'*action de l'eau* sur les sels, ou leur solubilité est également indiquée dans les mêmes tableaux. L'affinité de l'eau pour les sels est très-variable ; elle augmente le plus souvent avec la température, à quelques exceptions près : chlorure de sodium, sulfate de soude, carbonate de magnésie.

591. — *Action de la chaleur* sur les sels. Certains sels sont décomposés par la chaleur, d'autres ne le sont pas. Les uns décrépitent, d'autres éprouvent d'abord la fusion *aqueuse*, dans leur eau de cristallisation, puis la fusion *ignée*, d'autres enfin se volatilisent ou se *subliment*.

Lorsqu'un sel est décomposé par la chaleur il peut arriver quatre choses :

1° L'oxyde ou l'acide du sel, ou l'un et l'autre, peuvent se séparer sans altération ;

2° L'oxyde du sel peut rester intact, tandis que l'acide seul est décomposé;

3° L'acide du sel peut se dégager et passer à la distillation sans être altéré, tandis que l'oxyde seul est décomposé ;

4° Enfin l'oxyde et l'acide du sel peuvent l'un et l'autre être décomposés, et, en réagissant l'un sur l'autre, produire des combinaisons tout à fait différentes ; ou bien si on le chauffe au contact de l'air, ils peuvent perdre leur eau et absorber l'oxygène ou l'acide carbonique de l'air, et être ainsi convertis

en carbonate, ou passer à un degré d'oxydation plus élevé.

592. — *Action de l'air, sur les sels.* Les uns tombent en poussière ou *efflorescence,* d'autres se résolvent en eau ou *déliquescence,* d'autres enfin *s'oxydent,* en prenant l'oxygène de l'air et passent à un degré d'oxydation plus élevé : c'est ainsi que les phosphites sont transformés en phosphates, les hyposulfites et les sulfites en sulfates, etc., etc. Quelque fois c'est le contraire qui a lieu.

593. — *Action des réactifs sur les sels.* C'est une des actions les plus intéressantes, parce qu'elle permet de distinguer les sels, d'analyser leur mélange. Nous l'avions négligé dans nos précédentes éditions, mais nous lui donnerons maintenant une certaine extension ou exposé plus complet en parlant de chaque métal. Nous emprunterons partie de cet exposé au précis d'analyse chimique de MM. Gerhardt et Chancel, et nous recommandons ce bon ouvrage aux étudiants.

594. Nous ne saurions trop recommander, dans l'étude des caractères distinctifs des sels, d'employer les moyens que nous avons indiqués (53), pour l'emploi des capsules enfumées. L'étudiant pourrait se faire, dans des petits tubes de 0^m 03 de long sur 0^m 005 de diamètre intérieur, fermés par un petit bouchon et contenant deux ou trois décigrammes de substance, une collection aussi suffisante qu'économique, pour étudier les réactions caractéristiques. Deux cristaux microscopiques, dissous successivement dans la même goutte d'eau distillée, déposés sur la surface charbonnée d'une capsule ou même de ces petits vases plats culinaires à l'usage de l'enfance, laisseront voir avec le temps les phénomènes aussi évidents que curieux. Veut-on les aider par la chaleur, il suffit de plonger dans la goutte l'extrémité d'un fil de platine chauffé.

Un nécessaire suffisant pour ces petits tubes consiste dans une planche de 0^m 025 d'épaisseur, creusée en sillons contigus et suffisamment profonds pour y loger les tubes couchés horizontalement dans la rainure ; la planche est recouverte d'une lame de verre. Une planche de 0^m 50 de long sur 0^m 25 de large, peut loger 300 tubes à échantillons.

595. Nous devons dire ici que comme notre but est de préparer économiquement et simplement les corps, afin d'en faire connaître sommairement les propriétés principales, nous n'avons pas toujours suivi dans les préparations le mode ordinairement adopté dans les arts ou les laboratoires ; entre plusieurs, nous avons choisi celui qui se pratiquait avec le plus de facilité : c'est ainsi que le plus souvent un seul sel nous servira à en préparer un grand nombre, et nous avons eu le soin de le distinguer par la forme du caractère d'impression ; il faut se le procurer chez le fabricant de produits chimiques, en ayant le soin de le purifier par des cristallisations successives, s'il y a lieu.

Nous recommandons de lire dans le livre premier tout ce qui regarde les métaux, avant de procéder à aucune manipulation. Nous répétons aussi qu'il convient toujours d'opérer sur une petite quantité de matière, et que généralement un gramme et le plus souvent un demi-gramme environ suffit dans la préparation des sels.

596. Les instruments qui sont à construire, après avoir confectionné déjà ceux qui sont nécessaires à l'étude des métalloïdes, sont, pour celle des métaux, les suivants.

Chalumeau à bouche (66).

Chalumeau à vessie (70) avec sa lampe (76).

Chalumeau à soufflet ou forge (93) avec sa lampe (97).

Creusets en argile (116).

Creusets en platine (115).

Coupelles (110).

Microscope (269).

Balance de précision (26).

Nous terminerons ces observations préliminaires en rappelant que dans ce chapitre nous ne donnons que les notions nécessaires pour préparer les corps, sans entrer dans de grands détails, qui feraient sortir notre ouvrage des bornes que nous lui avons imposées : nous supposons d'ailleurs que l'étudiant à déjà acquis par les manipulations précédentes assez d'habitude et d'habileté pour qu'il ne soit plus nécessaire de le guider encore avec un soin minutieux.

597. POTASSIUM et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ. dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
Potassium.....	Blanc.....	.....	(598).
Potasse.....	Blanc.....	Déliquescent..	Carbonate de potasse et chaux (599).
Chlorure.....	Blanc.....	34 p. à 19°....	Carbonate de potasse et acide hydrochlorique (304).
Iodure.....	Blanc.....	136 p. à 12°...	Potasse et iode (602) (419).
Sulfure.....	Jaune.....	Déliquescent..	Potasse et acide hydrosulfurique (308).
Sulfate.....	Blanc... ...	11 p. à 12°....	Carbonate de potasse et acide sulfurique (304).
Bisulfate.....	Blanc.....	16 p. à 16°....	Nitrate de potasse et acide sulfurique (306).
Nitrate.....	Blanc.....	22 p. à 12°....	Carbonate de potasse et acide nitrique (304) (603).
Phosphate.....	Blanc..... .	Déliquescent...	Carbonate de potasse et acide phosphorique (304).
Chlorate.....	Blanc.....	6 p. à 14°.....	Potasse et chlore (606).
Iodate.....	Blanc.....	8 p. à 14°.....	Potasse et iode (85) (425).
CARBONATE.....	Blanc.....	Déliquescent...	(609).
Bicarbonate.....	Blanc.....	25 p. à 12°....	Carbonate de potasse et carbonate d'ammoniaque (613).
Oxalate.....	Blanc.....	45 p. à 10°....	Saturer le bioxalate de potasse par le carbonate de potasse (306).
Bioxalate.....	Blanc.....	10 p. à 100°...	L'extraire du suc de l'oseille (614).
Borate..... .	Blanc.....	Assez soluble..	Carbonate de potasse et acide borique (304).
Arséniate.....	Blanc.....	Déliquescent...	Carbonate de potasse et acide arsénique (304).
Chromate.....	Jaune.....	200 p. à 12°...	(615).
Bichromate.....	Rouge.....	10 p. à 17°....	Chromate de potasse et acide nitrique (615).
Cyanure..... .	Blanc.....	Soluble..	Calciner le cyanoferrure jaune de potassium avec carbonate de soude (616).
Cyanoferrure.....	Jaune.....	28 p. à 12°....	(711).
Cyanoferrure.....	Rouge.....	3 p. à 12°.....	(712).
Acétate.....	Blanc.....	245 p. à 14°...	Carbonate de potasse et acide acétique (304).

Voyez (588) le Tableau général des formes cristallines des sels.

598. Le *potassium* est un métal si avide d'oxygène qu'il faut le conserver dans de l'huile de naphte liquide, qui ne contient pas d'oxygène; mis en contact avec tout corps oxygéné, il le décompose en se convertissant en potasse. Ainsi, une parcelle de ce métal, projetée sur l'eau, se décompose si rapidement, qu'elle brûle avec flamme et une vive lumière; il faut se garantir avec soin des particules de potasse qui peuvent être projetées. Le potassium est un réactif précieux pour reconnaître la présence de l'acide phosphorique (974). Ce métal sera acheté chez le fabricant (2).

599. La *potasse* est une substance blanche, solide, extrêmement caustique et déliquescente, c'est-à-dire si avide d'eau qu'elle se résout en liquide à l'exposition à l'air. C'est une base puissante, neutralisant parfaitement les acides et souvent employée dans les laboratoires. On l'extrait du carbonate de potasse, en traitant celui-ci par la chaux, qui se combine avec l'acide carbonique. On distingue la potasse à l'*alcool* et la potasse à la *chaux*. La première seule est pure; la seconde contient encore quelques sels étrangers, mais elle sera convenable cependant pour nos opérations. La potasse doit être enfermée dans une fiole bien bouchée; elle sera achetée chez le fabricant (2).

600. La dissolution de potasse à la *chaux* dans l'eau distillée est un réactif dont nous nous servirons souvent; dissolvez à chaud dans une fiole 30 grammes de cette potasse dans 50 grammes d'eau distillée, et enfermez la liqueur filtrée rapidement dans une fiole bien bouchée. Il est indispensable d'éviter, autant que possible, le contact de l'air, qui transformerait peu à peu la potasse en carbonate de potasse.

Cette dissolution de potasse peut se faire encore très-facilement avec du carbonate de potasse pur. A cet effet, faites bouillir pendant une heure environ dans une fiole 20 grammes de carbonate de potasse avec 10 grammes de chaux vive pulvérisée dans 60 grammes d'eau distillée, et filtrez rapidement: il est nécessaire de remplacer successivement l'eau qui s'échappe par l'évaporation. Dans cette opération, la chaux se

transforme en carbonate de chaux insoluble, qui reste sur le filtre, et la potasse dissoute est entraînée par les eaux. Pour débarrasser celles-ci d'une petite quantité de chaux qu'elles tiennent en dissolution, évaporez-les rapidement dans une capsule en verre jusqu'à siccité, dissolvez le résidu encore chaud avec le moins d'eau possible, filtrez et enfermez la liqueur dans une fiole bien bouchée. Vous ferez également une dissolution de 20 grammes de potasse à l'*alcool* dans 50 grammes d'eau distillée; cette solution servira de réactif.

601. *Iodate de potasse.* — Dissolvez dans une capsule en verre 2 grammes de potasse à la chaux dans 10 grammes d'eau distillée, et ajoutez peu à peu de l'iode, en agitant pour favoriser la dissolution de celui-ci; vous mettrez ainsi de l'iode jusqu'à ce que la liqueur ne bleuisse plus un papier rouge de tournesol. La liqueur, d'abord très-colorée en rouge, devient claire et presque limpide, et en même temps un dépôt salin blanc se précipite: c'est de l'iodate de potasse; évaporez le tout à siccité; sur le résidu, versez de l'alcool et agitez; une partie se dissoudra et l'autre restera en suspension; jetez le tout sur un filtre, lavez-le un peu avec de l'alcool; le sel qui reste sur le filtre est l'iodate de potasse sous forme de poudre blanche. Ce sel nous servira à obtenir plusieurs iodates insolubles.

Dans cette préparation l'eau est décomposée, ses éléments s'unissent à l'iode et forment de l'acide hydriodique et de l'acide iodique. Ces acides, se combinant avec la potasse, donnent de l'iodate de potasse peu soluble et de l'iodure de potassium plus soluble; on les sépare avec l'alcool, qui dissout le dernier seulement; ce sel, calciné dans un tube (89), se change en iodure de potassium, en abandonnant son oxygène.

602. *Iodure de potassium.* — Évaporez à siccité la dissolution alcoolique de l'expérience précédente, et vous obtiendrez l'iodure de potassium sous forme de poudre blanche; il vous servira pour obtenir plusieurs iodures insolubles; chauffé, il se volatilise sans décomposition.

603. *Nitrate de potasse.* — Ce sel se trouve en abondance dans le commerce et sera acheté chez le fabricant (2); recon-

naissez sa belle cristallisation en longues aiguilles prismatiques; projetez sur un charbon une pincée de salpêtre, qui fusera en activant la combustion; faites fondre 1 gramme de salpêtre dans une capsule en verre avec la lampe à alcool, il deviendra parfaitement liquide et transparent; si le bain est suffisamment chaud, un fragment de papier projeté sur la surface brûlera activement, ainsi que quelques grains de charbon. Laissez refroidir, et vous aurez une masse cristalline d'apparence cornée.

Faites un mélange intime de 1 gramme de salpêtre et 0g 5 de charbon pulvérisé, et projetez-le sur la capsule de platine (48) chauffée au rouge; la matière s'enflammera avec détonation.

Faites un mélange intime de 1 gramme salpêtre et 0g 5 fleurs de soufre; enveloppez-le dans un papier auquel vous mettrez le feu; la matière brûlera avec un grand éclat.

Faites dans le mortier un mélange intime de 1 gramme salpêtre, 0g 2 charbon pulvérisé et 0g 2 fleurs de soufre, légèrement humecté; faites sécher, et vous aurez de la *poudre* qui fusera, si elle est en masse cohérente; ou qui détonera, si elle est sous forme de grains.

Lorsque nous écrivions ces lignes, il n'était bruit que de la *poudre-coton* ou *fulmi-coton*, qui semble par ses propriétés balistiques devoir rivaliser avantageusement avec la poudre ordinaire, son aînée. On communique cette singulière propriété au coton, de s'enflammer rapidement, sans bruit et sans laisser de résidu, en le faisant macérer pendant quelques minutes dans un mélange à parties égales d'acides sulfurique et nitrique très-concentrés, le lavant ensuite et le faisant sécher à l'air avec précaution. Ce n'est pas là le dernier mot de cette fabrication, qui prendra sans doute dans peu de temps une très-grande importance.

Le salpêtre, chauffé au rouge dans un tube (89), se dégage en abandonnant de l'oxygène et d'autres gaz contenant de l'azote.

604. Le salpêtre se trouve dans la nature; il couvre certains murs d'efflorescences salines sous forme de houppes

soyeuses. Les terres des caves, bergeries, écuries, contiennent une grande quantité de nitrate de chaux, que l'on convertit en salpêtre par l'addition de carbonate de potasse. C'est par ce procédé qu'on se procure en France une grande quantité de ce sel, fort employé dans certaines industries. Imitons cette fabrication.

Choisissez une terre convenable prise dans une cave, une écurie ou une étable; une pincée appliquée sur la langue doit accuser une forte saveur. Prenez une poignée de cette terre, faites-en une bouillie claire avec de l'eau; faites bouillir quelque temps et filtrez; on pourrait, à ce propos, employer l'appareil de lixiviation décrit (248). Les eaux de lavage ont entraîné plusieurs sels en dissolution, entre autres, un peu de salpêtre naturel, du nitrate de chaux et beaucoup de chlorure de sodium; versez-y à chaud une dissolution de carbonate de potasse, il se formera un précipité blanc de carbonate de chaux; quand il ne se fera plus de dépôt (291) par l'addition du sel précipitant, filtrez et lavez le précipité; les eaux de lavage ne contiennent plus que du salpêtre et du chlorure de sodium qu'il s'agit de séparer. A cet effet, évaporez les eaux dans une capsule; pendant l'évaporation, il se déposera du sel marin, que vous enlèverez successivement; continuez l'évaporation jusqu'à ce qu'il se forme une légère pellicule à la surface, et décantez alors le liquide restant, qui, par refroidissement, donnera des cristaux de salpêtre, mélangés encore de cristaux cubiques de sel marin. Vous purifierez le premier sel par une seconde cristallisation.

605. Maintenant on emploie un nouveau mode de fabrication du salpêtre, en faisant réagir le chlorure de potassium sur le nitrate de soude. Dissolvez ensemble dans 5 grammes d'eau 1 gramme de nitrate de soude et 1 gramme de chlorure de potassium, et évaporez convenablement. Pendant l'évaporation les deux sels échangent leur base et forment du salpêtre et du chlorure de sodium, qu'on séparera, comme il a été dit ci-dessus, par une évaporation et une cristallisation convenablement conduites.

606. *Chlorate de potasse.* — Disposez l'appareil de Woulff décrit (228). Le premier tube contiendra un peu d'eau pour laver le gaz, et le second recevra une dissolution, faite à chaud, de 4 grammes de potasse dans 5 grammes d'eau ; faites passer dans cette liqueur un courant de chlore (386). Celle-ci devient bientôt blanche et opaque, et tient en suspension des sels qui se forment, et dont la quantité augmente peu à peu de manière à gêner un peu le dégagement du gaz. Quand le chlore ne se dégage plus, jetez sur un filtre les sels, que vous laverez avec de l'eau, jusqu'à ce que la liqueur qui passe ne se trouble plus par l'addition d'une goutte de nitrate d'argent ; le sel qui reste sur le filtre est du chlorate de potasse, et celui qui est dissous par les eaux de lavage est du chlorure de potassium.

Dans cette réaction, en présence de la potasse et du chlore, les éléments de l'eau se séparent pour former les acides chlorique et hydrochlorique, qui, se combinant avec la potasse, donnent du chlorate de potasse et du chlorure de potassium ; le premier sel, bien moins soluble que le second, est séparé par des lavages. Ce sel sera acheté chez le fabricant (2).

607. Placez sur un fragment de verre légèrement échauffé une pincée de chlorate, que vous arroserez avec prudence de quelques gouttes d'acide sulfurique ; de petites détonations se feront entendre, et il se dégagera un gaz jaunâtre, qui est de l'oxyde de chlore. Décomposez (89), dans un tube plongé dans la flamme de l'alcool, quelques parcelles de chlorate de potasse, et reconnaissez le dégagement de l'oxygène (359).

Frappez violemment avec un marteau, sur une enclume, une pincée de chlorate de potasse, le sel se décompose avec une légère détonation.

Frappez de même une pincée de sel enveloppée dans un papier avec un très-petit morceau de phosphore ou une pincée de résine pulvérisée, le sel se décomposera avec une violente détonation et production de lumière. Projetez quelques grains de ce sel sur un charbon rouge, il fusera en activant la combustion.

Mettez un peu d'alcool dans un débris de verre ; jetez une

forte pincée de chlorate de potasse, qui devra être rassemblée en masse et entièrement recouverte par le liquide, et versez rapidement et avec prudence 5 grammes d'acide sulfurique ; l'alcool s'enflammera par suite de la chaleur produite par la décomposition du sel.

Reconnaissez la cristallisation du sel en fines aiguilles.

608. Les allumettes dites *oxygénées* se préparent avec le chlorate de potasse. Pulvérisez très-finement 3 grammes de chlorate de potasse, et mélangez-les très-intimement sur une carte, à l'aide d'un agitateur, avec 1 gramme de fleurs de soufre. Faites une pâte un peu épaisse de ce mélange avec de l'eau légèrement gommée, dans laquelle vous ajouterez une pincée de lycopode, et imprégnez-en l'extrémité soufrée d'allumettes ordinaires ; faites sécher celles-ci à l'air en les en fonçant, par le bout non imprégné, dans du sable ou de la cendre dont on remplit une assiette. Cette allumette, bien sèche, humectée légèrement d'acide sulfurique, s'enflamme aussitôt par suite de la décomposition du chlorate de potasse.

Le flacon qui contient l'acide sulfurique est ordinairement garni d'amiante, qui est imbibé de l'acide à la manière d'une éponge, et qui n'en transmet à l'allumette que la quantité nécessaire pour l'allumer. S'il en était autrement, la portion excédante de l'acide serait projetée d'une manière incommode sur les vêtements, et même pourrait empêcher l'inflammation du soufre, en le couvrant d'une couche humide. On se sert d'amiante pour récipient de l'acide sulfurique, parce que cette substance minérale n'est pas attaquable par les acides, comme le seraient le coton ou une éponge. L'acide sulfurique doit être concentré, et, comme il absorbe facilement l'humidité de l'air, le flacon devra toujours être fermé avec soin ; ces *briquets* cessent d'enflammer les allumettes quand l'acide s'est affaibli par l'absorption de l'humidité. Pour leur rendre leur activité, il faut enlever l'amiante, la faire sécher fortement dans une capsule ou sur une pelle dans une cheminée, la replacer dans le flacon, et l'imbiber de nouveau d'acide sulfurique.

609. Le *carbonate de potasse* est un réactif souvent employé,

qui, cependant, est remplacé avantageusement par le carbonate de soude ; il sera acheté chez le fabricant (2).

Dissolvez à chaud 50 grammes de ce carbonate dans 50 grammes d'eau distillée, et conservez dans une fiole bouchée la liqueur filtrée, qui vous servira de réactif.

610. *Première préparation.* — Calcinez (129) à la forge ou au chalumeau, dans un creuset de platine, du bioxolate de potasse, ou sel d'oseille, préalablement desséché, et vous obtiendrez pour résidu une masse blanchâtre de carbonate de potasse.

611. *Deuxième préparation.* — Le carbonate de potasse pur s'obtient encore en décomposant par la chaleur un mélange de nitre et de crème de tartre, ou bitartrate de potasse. Cette préparation ne peut se faire que sur une très-petite quantité avec nos appareils. Dans le creuset de platine chauffé au rouge (129), soit au chalumeau, soit à la forge, projetez par très-petites portions un mélange intime de 1 gramme salpêtre et 2 grammes crème de tartre pulvérisés ; à chaque projection la matière fuse et noircit ; donnez un bon coup de feu, en dirigeant le dard sur la substance elle-même, tant pour brûler le charbon et blanchir la matière que pour la fondre ; n'ajoutez une autre portion du mélange que quand la première sera bien fondue. L'opération terminée, le carbonate de potasse qui remplit le creuset est blanc, déliquescent, caustique, alcalin.

612. La substance commerciale connue sous le nom de *potasse*, et qui est employée dans beaucoup d'industries, n'est réellement que du carbonate de potasse très-impur et mélangé de plusieurs sels étrangers. On l'extrait par le lavage des cendres de bois qui la contiennent en plus ou moins grande quantité. Brûlez avec précaution une allumette de chanvre, vous aurez pour résidu une matière blanchâtre ou *cendre* qui renferme beaucoup de carbonate de potasse ; en effet, elle pique fortement la langue, sur laquelle elle est appliquée et ramène au bleu le papier rouge de tournesol. Imitez la fabrication de cette *potasse* du commerce : prenez une forte poignée de cendre de bois ordinaire, faites-la bouillir avec assez d'eau pour en faire une liqueur claire, filtrez, et les eaux entraîneront toutes les substances sa-

lines, entre autres le carbonate de potasse; évaporez à siccité dans une capsule une portion de ces eaux, et vous obtiendrez une matière solide, rougeâtre, qui porte le nom de *salin :* celui-ci, calciné (224) fortement à l'air, donnera une substance blanchâtre, qui est la *potasse* ordinaire du commerce.

613. *Bicarbonate de potasse.* — Dissolvez dans une capsule à une très-douce chaleur 2 grammes de carbonate d'ammoniaque dans 10 grammes d'eau ; la dissolution faite, ajoutez 2 grammes de carbonate de potasse et faites dissoudre ; filtrez la liqueur si elle n'est pas claire et évaporez doucement: quand une légère pellicule s'étend sur la surface, laissez refroidir, et vous obtiendrez des cristaux en aiguilles prismatiques de bicarbonate de potasse. Achetez ce sel chez le fabricant (2).

614. Le *bioxalate de potasse,* autrement dit *sel d'oseille,* existe dans plusieurs plantes; on l'extrait ordinairement de l'oseille, à laquelle il donne sa saveur aigrelette. A cet effet exprimez par pression quelque peu du suc de cette plante, clarifiez par le blanc d'œuf à chaud ; filtrez et faites évaporer jusqu'à consistance sirupeuse : par le refroidissement, il se formera des cristaux bruns, que vous purifiez par une nouvelle cristallisation. Ce sel sera acheté chez le fabricant (2), et nous sera utile comme réactif. Il faudra le purifier par une nouvelle cristallisation et en dissoudre ensuite à chaud 30 grammes dans 50 grammes d'eau distillée. La liqueur filtrée, enfermée dans une petite fiole, nous servira ultérieurement de réactif.

615. Les *chromates de potasse* sont des réactifs indispensables ; on les prépare dans les arts en calcinant avec du nitre le chromate de fer naturel ; ils se trouvent facilement dans le commerce, comme éléments nécessaires dans la fabrication de belles couleurs ; ils seront achetés chez le fabricant (2) : dissous dans l'eau, ils nous serviront à préparer par double décomposition tous les chromates insolubles.

616. Le *cyanure de potassium* est un excellent réactif pour extraire les métaux de leurs combinaisons par la voie sèche. On le prépare ainsi : on fait chauffer doucement, en le remuant sans cesse, du cyanoferrure jaune du potassium du commerce, jus-

qu'à ce qu'il ait perdu la totalité de son eau de cristallisation : on le pulvérise, on en mêle 8 parties avec 3 de carbonate de potasse parfaitement sec, on jette le mélange dans un creuset de terre, ou mieux de fer, chauffé au rouge et soigneusement couvert, et on le tient au rouge blanc jusqu'à ce qu'il paraisse limpide et en fusion tranquille. On décante alors le cyanure de potassium fondu sur un fragment de porcelaine ou de fer chauffé, en faisant attention de ne pas verser avec lui le fer qui s'en est séparé, et qui se trouve au fond du creuset, sous forme de poudre ténue.

617. CARACTÈRES DISTINCTIFS DES SELS DE POTASSE.

Par voie humide.

618. Le *bichlorure de platine* produit, dans les sels de potasse, un précipité jaune-serin de chloroplatinate de potasse, surtout quand la liqueur est légèrement aiguisée d'acide chlorhydrique. Le précipité est fort peu soluble dans l'eau, et tout à fait insoluble dans l'alcool.

619. L'*acide tartrique*, ajouté en excès à la solution d'un sel de potasse, donne un précipité blanc et cristallin de bitartrate de potasse, soluble dans beaucoup d'eau et dans les alcalis; la formation du précipité est surtout favorisée par l'agitation.

Au chalumeau (131).

620. Fondez sur le fil de platine (86) une perle de borax (135) dans laquelle vous dissoudrez un peu d'oxyde, oxalate, ou nitrate de nickel (765) parfaitement exempt de cobalt; ajoutez un grain d'un sel de potasse, et après une fusion complète, la perle, d'abord brune, sera colorée en bleu très-distinct. La présence de la soude n'empêche pas cette réaction.

621. La plupart des sels de potasse fondus sur le fil de platine dans la flamme extérieure la colorent (130) en violet. Cette réaction, prononcée pour le nitrate, le bromure, l'iodure et le chlorure, est faible avec le sulfate et le carbonate, et nulle avec le phosphate et le borate; la présence de la soude, même en très-petite quantité, empêche cette coloration.

A ce caractère on peut substituer le suivant, fondé sur le même principe : on place la substance à essayer dans une petite capsule, et on y ajoute un mélange de parties égales d'alcool et d'eau; on porte ce liquide à l'ébullition et l'on met le feu à la vapeur qui se dégage ; les bords extérieurs de la flamme se colorent en violet, comme la flamme extérieure du chalumeau.

622. Le carbonate de potasse dissout une assez grande quantité de peroxyde de cobalt (775), et donne avec cet oxyde sur le platine une boule noire sans mélange de rouge, quand elle est froide.

623. **SODIUM et ses composés.**

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
Sodium	Blanc	»	»
Soude	Blanc	Très-soluble, *efflorescent*	Carbonate de soude et chaux (600).
Chlorure	Blanc	36 p. à 14°	(625).
Iodure	Blanc	17 p. à 14°	Soude et iode (602).
Sulfure	Jaune	Déliquescent	Soude et acide hydrosulfurique (308).
Sulfate	Blanc	26 p. à 12°, *efflorescent*	Chlorure de sodium et acide sulfurique (306) (626).
Nitrate	Blanc	33 p. à 16°	Carbonate de soude et acide nitrique (298).
Phosphate	Blanc	25 p. à 16°, *efflorescent*	Carbonate de soude et acide phosphorique (304) (628).
Chlorate	Blanc	Très-soluble	Soude et chlore (606).
Iodate	Blanc	8 p. à 14°	Soude et iode (601).
CARBONATE	Blanc	50 p. à 12°, *efflorescent*	(628).
Bicarbonate	Blanc	10 p. à 12°	Carbonate de soude et acide carbonique (304).
Borate	Blanc	5 p. à 16°, *efflorescent*	Carbonate de soude et acide borique (304) (629).
Arséniate	Blanc	Très-soluble	Carbonate de soude et acide arsenique (304) (630) (534).
Acétate	Blanc	13 p. à 16°	Carbonate de soude et acide acétique (304).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

624. La plupart des sels de soude nous serviront, soit comme réactifs, soit pour préparer les autres sels insolubles par voie de double décomposition.

625. Le *chlorure de sodium* ou sel ordinaire (2) ne se trouve pas dans le commerce dans un assez grand état de pureté ; il faudra le purifier (148) par cristallisation.

626. Le *sulfate de soude* devra être préparé avec soin, en décomposant le sel marin par l'acide sulfurique et lavant avec soin les cristaux : sa dissolution concentrée nous servira de réactif.

627. Le *phosphate de soude* sera acheté chez le fabricant (2). Il devra être purifié (147) par cristallisation : la dissolution concentrée nous servira à obtenir tous les phosphates insolubles.

628. Le *carbonate de soude* du commerce est assez pur : cependant celui que nous destinons aux opérations du chalumeau devant être extrêmement pur, il sera purifié (147) par des cristallisations successives. Ce sel est fort employé dans les laboratoires; il sera acheté chez le fabricant (2). Une dissolution faite à chaud de 50 grammes de ce sel dans 50 grammes d'eau distillée, nous servira de réactif.

629. Le *borate de soude*, destiné aux essais du chalumeau doit être très-pur ; celui du commerce sera purifié par cristallisation (148). Sa dissolution aqueuse concentrée nous servira à obtenir les borates insolubles par double décomposition. Il sera acheté chez le fabricant (2).

630. L'*arséniate de soude* sera préparé en saturant avec soin le carbonate de soude par l'acide arsénique (534). Sa dissolution aqueuse concentrée nous servira à obtenir les arséniates insolubles par double décomposition.

631. CARACTÈRES DES SELS DE SOUDE.

Par voie humide.

632. Le *bichlorure de platine* ne précipite pas les sels de soude ; l'*acide tartrique* ne les précipite pas ; cependant, si les liqueurs sont très-concentrées, il peut s'y former à la longue des

aiguilles ou des prismes de bitartrate de soude, aisés à distinguer du précipité grenu produit par les sels de potasse ou d'ammoniaque.

633. L'*antimoniate de potasse* précipite les solutions des sels de soude en blanc cristallin, si elles ne sont pas trop étendues et qu'elles soient neutres ou légèrement alcalines. L'agitation du mélange par une baguette accélère la formation du précipité. Toutefois la présence du carbonate de potasse peut empêcher la précipitation, et il faut alors ajouter au liquide de l'acide chlorhydrique ou acétique, jusqu'à ce qu'il ne soit plus que légèrement alcalin ; de même, si le liquide à examiner était acide, le réactif ainsi serait décomposé et donnerait une fausse indication. Dans ce dernier cas, il faudrait d'abord neutraliser par la potasse le liquide acide.

Au chalumeau (131).

634. Une perle de borax (135) fondue sur le fil de platine (86) avec de l'oxyde, oxalate, ou nitrate de nickel (774), ne change pas sa couleur brune par l'addition d'un sel de soude. Le carbonate de soude dissout très-peu de peroxyde de cobalt (775) et donne une boule qui est d'un rouge pâle, tant qu'elle est fondue, et grise à l'état solide. Un sel de soude fondu sur le fil de platine dans la flamme extérieure le colore (130) en jaune intense.

635. Ce dernier caractère appartient également aux silicates infusibles contenant de la soude. Suivant Mayer, la coloration en jaune de la flamme extérieure du chalumeau par la soude, en présence de la potasse, ne se produit qu'entre certaines limites : du nitrate de potasse, contenant $^1/_2$ pour 100 de nitrate de soude, colore en violet la flamme extérieure du chalumeau ; mais il la colore en jaune, quand il en contient 1 pour 100. Les essais de ce genre se faisant sur le fil de platine, il est indispensable de soumettre ce dernier à un essai préalable. Souvent, en effet, le fil de platine exposé à la flamme intérieure du chalumeau, donne la coloration caractéristique de la soude; il suffit pour cela qu'on l'ait touché avec la main, ou qu'il ait été mouillé de

salive. En tout cas, pour qu'on puisse déduire de la coloration de la flamme un caractère certain de la présence de la soude, il sera convenable de faire deux essais comparatifs, en plaçant dans les mêmes conditions un fil de platine portant un sel de soude, par exemple du chlorure de sodium, et un autre la matière à essayer.

636. BARYUM et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
Baryum.....	Blanc.... ..	»	»
Baryte	Grisâtre.....	5 p. à 10°.....	Calciner le nitrate de baryte en vase clos (637).
CHLORURE	Blanc.....	43 p. à 15°	(638).
Iodure.....	Blanc.....	Déliquescent...	Baryte et iode.
Sulfure.....	Blanc.....	Très-soluble ...	Calciner le sulfate de baryte avec 1/6 de charbon en vase clos.
Sulfate	Blanc.....	Insoluble.....	Chlorure de baryum et acide sulfurique (306).
Nitrate..... .	Blanc.....	8 p. à 15°	Carbonate de baryte et acide nitrique (305).
Phosphate	Blanc... ...	Insoluble.....	Chlorure de baryum et phosphate de soude (309).
Iodate...	Blanc... ...	0 p. 03 à 18°...	Chlorure de baryum et iodate de potasse (309).
Carbonate	Blanc.....	Insoluble.....	Chlorure de baryum et carbonate de soude (309).
Borate	Blanc.....	Très-peu soluble.....	Chlorure de baryum et borate de soude (309).
Oxalate	Blanc.....	Presque insoluble.....	Chlorure de baryum et bioxalate de potasse (309).
Acétate	Blanc.....	80 p. à 12°.....	Chlorure de baryum et acide acétique (306).
Arséniate.....	Blanc.....	Insoluble.....	Chlorure de baryum et arséniate de soude (309).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

637. La *baryte* se prépare en décomposant dans un creuset le nitrate de baryte par une forte chaleur. Cette préparation est

difficile, parce que la matière se boursoufle considérablement, sort du creuset et se convertit à l'air en carbonate de baryte. Aussi n'allons-nous préparer la baryte que pour en reconnaître les propriétés, sans chercher à la recueillir. Mettez dans le creuset de platine très-peu de nitrate de baryte en poudre, couvrez-le de son couvercle, et chauffez fortement sur le charbon. Il sera bon de ménager la chaleur dans le principe, pour qu'une trop rapide décomposition ne projette pas la matière. Laissez refroidir, et découvrez le creuset; vous y verrez un peu de baryte sous forme poreuse et d'une couleur grisâtre : quelques grains placés sur la langue prouvent sa causticité. Remplissez le creuset d'eau distillée, et le papier rouge de tournesol y bleuira, parce que le liquide est alcalin. La liqueur exposée à l'air se couvre d'une pellicule insoluble de carbonate de baryte. Une goutte d'acide sulfurique ou d'une dissolution d'un sulfate y produit un précipité blanc et abondant de sulfate de baryte insoluble. L'eau de baryte est un réactif souvent employé; il faut l'acheter chez le fabricant (2).

638. Le *chlorure de baryum* nous sert à préparer presque tous les sels de baryte; on l'obtient dans les arts en traitant le sulfure de barium par l'acide hydrochlorique. Il faut l'acheter chez le fabricant (2). Sa dissolution est un réactif souvent employé. A cet effet, dissolvez à chaud 10 grammes de ce sel dans 50 grammes d'eau distillée, et conservez dans une fiole bien fermée la liqueur filtrée.

639. CARACTÈRES DES SELS DE BARYTE.

Par voie humide.

640. La *potasse* pure, non carbonatée, ne précipite les sels barytiques qu'en solution concentrée; le précipité blanc d'hydrate se redissout dans l'eau.

641. L'*ammoniaque* ne précipite pas les sels barytiques.

642. Les *carbonates alcalins* donnent un précipité blanc de carbonate de baryte, soluble avec effervescence dans les acides chlorhydrique et nitrique.

643. Le *phosphate de soude* donne un précipité blanc de phosphate barytique, soluble dans les mêmes acides.

644. L'*acide sulfurique* et les sulfates solubles produisent immédiatement, même dans les solutions les plus étendues, un précipité blanc de sulfate de baryte, insoluble dans les acides dilués et dans les alcalis.

645. Une solution de *chromate de strontiane* donne immédiatement un précipité jaune de chromate de baryte.

646. L'*acide fluosilicique* donne un précipité blanc cristallin de fluosilicate de baryte, peu soluble dans les acides chlorhydrique et nitrique dilués.

647. L'*acide oxalique* ne donne un précipité blanc d'oxalate de baryte que dans les solutions concentrées. La précipitation est favorisée par l'addition de l'ammoniaque ; elle n'a pas lieu dans les solutions très-étendues.

Au chalumeau (131).

648. — On ne connaît pas de caractères pyrognostiques à l'aide desquels on puisse distinguer avec certitude les sels de baryte d'autres substances. Les sels et minéraux de baryte colorent (130) la flamme en vert clair faible tirant sur le bleu ; la réaction est très-prononcée : la couleur ne se manifeste que quand la matière commence à fondre, mais elle devient de plus en plus belle, et dure longtemps. La baryte caustique et son carbonate donnent avec le borax (135) sur le fil de platine (86) un verre transparent, qui devient opaque en refroidissant ou par le flamber, et avec le sel de phosphore (136) un verre transparent qui prend l'aspect de l'émail par le refroidissement lorsqu'il est saturé. Avec le carbonate de soude, ils fondent et passent dans le charbon. Avec le nitrate de cobalt, ils donnent une boule d'un rouge foncé, briqueté, tant qu'elle est chaude, et qui perd sa couleur en refroidissant.

649. STRONTIUM et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
Strontium	Blanc.....	»	»
Strontiane.....	Grisâtre.....	8 p. à 13°.....	Calciner en vase clos le nitrate de strontiane (650).
Chlorure.....	Blanc.....	66 p. à 15°....	Carbonate de strontiane et acide hydrochlorique (305).
Sulfure.....	Blanc.	Soluble.....	Calciner le sulfate de strontiane avec 1/6 de charbon en vase clos.
Sulfate	Blanc.....	0 p. 026 à 100°.	Nitrate de strontiane et sulfate de soude (309) (651).
NITRATE	Blanc.....	100 p. à 16°...	(650).
Phosphate..	Blanc... ...	Insoluble	Nitrate de strontiane et phosphate de soude (309).
Carbonate	Blanc.....	Insoluble.....	Nitrate de strontiane et carbonate de soude (309).
Borate.....	Blanc.....	Insoluble.....	Nitrate de strontiane et borate de soude (309).
Acétate	Blanc.....	33 p. à 12°	Carbonate de strontiane et acide acétique (305).
Arséniate.	Blanc.....	Insoluble.....	Nitrate de strontiane et arséniate de soude (309).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

650. La *strontiane* se prépare comme la baryte, en observant les précautions indiquées (637).

651. Le *sulfate de strontiane,* quoiqu'à peine soluble dans l'eau, l'est cependant assez pour que sa dissolution nous serve de réactif propre à distinguer les sels de strontiane de ceux de baryte. A cet effet, dissolvez dans l'eau un demi-gramme de nitrate de strontiane d'une part, et un demi-gramme de sulfate de soude d'autre part; versez une dissolution dans l'autre: il se fera un précipité blanc abondant de sulfate de strontiane, que vous laverez (177) très-largement dans un filtre, de manière à entraîner tous les sels solubles. Le sulfate de strontiane humide et bien lavé sera déposé dans une capsule, avec 50 grammes d'eau distillée, et soumis pendant un quart d'heure à l'ébullition; jetez

le tout sur un filtre, et les eaux tenant un peu de sulfate de strontiane en solution seront conservées dans une fiole bien fermée et nous serviront de réactif.

652. Le *nitrate de strontiane* nous sert à préparer presque tous les sels de strontiane : il sera acheté chez le fabricant (2). Il s'obtient dans les arts en traitant le sulfure de strontium par l'acide nitrique.

653. CARACTÈRES DES SELS DE STRONTIANE.

Par voie humide.

654. La *potasse, l'ammoniaque,* les *carbonates alcalins* et le *phosphate de soude* se comportent avec les sels de strontiane comme avec les sels de baryte.

655. L'*acide sulfurique* et les sulfates solubles donnent un précipité blanc de sulfate de strontiane, insoluble dans les acides et les alcalis. Toutefois, ce précipité n'est pas tout à fait insoluble dans l'eau comme le précipité de sulfate de baryte. Aussi, lorsque les solutions des sels de strontiane sont étendues, le précipité n'apparaît qu'au bout de quelque temps; de même, il ne se produit qn'après quelques instants, même dans les solutions concentrées, par l'emploi d'une solution de gypse (sulfate de chaux).

656. L'*acide fluosilicique* ne précipite pas les solutions des sels de strontiane.

657. L'*acide oxalique* se comporte avec elles comme avec les sels de baryte.

Si l'on dissout les sels de strontiane dans l'alcool, ou, quand ils ne sont pas solubles dans ce liquide, si on verse de l'alcool sur leur poudre, et qu'on mette ensuite le feu à la liqueur, elle brûle avec une flamme d'un rouge-carmin. La coloration de la flamme devient surtout très-prononcée, lorsqu'on remue le tout, ou quand l'alcool est sur le point d'être entièrement consumé.

Au chalumeau (131).

658. Le carbonate et le sulfate de strontiane exposés (130) à

la pointe de la flamme intérieure présentent d'abord une atmosphère faible, mais qui se trouve bientôt remplacée par une belle couleur rouge permanente. Sur le fil de platine le chlorure de strontium colore promptement la flamme en rouge-carmin, mais la coloration cesse après la fusion du sel.

Lorsqu'on a affaire au sulfate, il faut préalablement le chauffer à la flamme intérieure du chalumeau et le convertir en sulfure, le mouiller ensuite d'acide hydrochlorique, et le traiter avec l'alcool, comme nous l'avons dit en parlant de la potasse. La présence des sels de baryte n'empêche pas cette coloration, mais la modifie de manière qu'elle rappelle alors la coloration produite par la chaux. Les sels de soude modifient aussi la couleur de la flamme de la strontiane, et l'empêchent complétement lorsqu'ils sont en quantité suffisante.

La strontiane et son carbonate se comportent comme la baryte avec le sel de phosphore et le borax; mais la strontiane caustique ne fond pas avec le carbonate de soude, et son carbonate ne se fond avec ce réactif que quand celui-ci est en excès. Avec le nitrate de cobalt, elle se colore en noir, sans fondre comme la baryte.

659. **CALCIUM et ses composés.**

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
Calcium.	Blanc.....	»	»
Chaux	Blanc.....	0 p. 13 à 12°...	Calciner en vase clos le carbonate de chaux (660).
Chlorure.....	Blanc.....	400 p. à 13°...	Carbonate de chaux et acide hydrochlorique (305).
Sulfate	Blanc.....	0 p. 25 à 16° ..	Chlorure de calcium et sulfate de soude (309) (661).
Nitrate.....	Blanc.....	400 p. à 16°...	Carbonate de chaux et acide nitrique (305).
Phosphate	Blanc.... ..	Insoluble.....	Chlorure de calcium et phosphate de soude (309).
CARBONATE.....	Blanc.....	Insoluble.....	(662).
Oxalate	Blanc.....	Insoluble.....	Chlorure de calcium et bi oxalate de potasse (309).
Borate	Blanc.....	Insoluble.....	Chlorure de calcium et borate de soude (309).
Arséniate.....	Blanc.....	Insoluble.	Chlorure de calcium et arséniate de soude (309).
Acétate	Blanc.....	Soluble.....	Carbonate de chaux et acide acétique (305).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

660. La *chaux* s'obtiendra très-facilement en chauffant pendant un quart d'heure à la forge (129) un petit creuset d'argile (116) rempli aux trois quarts de marbre ou de craie pulvérisé, et bien fermé. Le marbre et la craie ne sont autres que des carbonates de chaux; l'acide carbonique est chassé, et il reste de la chaux pure, sous forme de poudre blanche. On peut faire cette opération dans le creuset de platine chauffé au chalumeau sur un charbon (118).

Appliquée sur la langue, la chaux la brûle fortement : elle est pure si elle se dissout sans effervescence dans l'acide hydrochlorique étendu d'eau. Elle se dissout entièrement dans l'eau employée en quantité convenable et lui donne la propriété de ramener au bleu le papier rouge de tournesol. Cette dissolution, appelée *eau de chaux*, sert quelquefois de réactif; par la filtration,

on l'obtiendra claire et limpide; elle doit être conservée dans une fiole bouchée, parce qu'au contact de l'air elle se couvre d'une pellicule opaque de carbonate de chaux insoluble.

661. Le *sulfate de chaux,* quoique peu soluble dans l'eau, l'est assez cependant pour que sa dissolution nous serve de réactif propre à distinguer les sels de chaux de ceux de strontiane et de baryte. Par les mêmes procédés employés pour préparer le sulfate de strontiane (648), faites avec du chlorure de calcium et du sulfate de soude du sulfate de chaux, que vous séparerez des sels solubles par d'abondants lavages sur le filtre : ce sulfate, encore humide et bien lavé, sera soumis à l'ébullition dans 50 grammes d'eau distillée, et les eaux filtrées, tenant un peu de sulfate de chaux en dissolution, seront conservées dans une fiole bouchée et serviront de réactif.

662. Le *carbonate de chaux* sert à préparer tous les sels de chaux : vous vous procurerez (2) à cet effet du marbre statuaire, très-blanc, qui est du carbonate de chaux pur.

663. CARACTÈRES DES SELS DE CHAUX.

Par voie humide.

664. La *potasse,* l'*ammoniaque,* les *carbonates alcalins* et le *phosphate de soude* se comportent avec les sels de chaux comme avec les sels de baryte.

665. L'*acide sulfurique* et le *sulfate de soude* donnent immédiatement un précipité de sulfate de chaux, dans les solutions concentrées : ce précipité est soluble dans beaucoup d'eau, et surtout dans les acides. Les solutions moins concentrées ne précipitent qu'au bout de quelque temps, et les solutions diluées ne précipitent pas du tout ; toutefois dans les solutions étendues le précipité apparaît par l'addition de l'alcool. Les sels de chaux ne précipitent pas par une solution de gypse.

666. Le *chromate de strontiane* ne les précipite pas.

667. L'*acide fluosilicique* ne les précipite pas non plus.

668. L'*acide oxalique* produit dans les solutions neutres des sels de chaux, même les plus étendues, un précipité blanc

d'oxalate de chaux, fort soluble dans les acides chlorhydrique et nitrique, insoluble dans les acides acétique et oxalique. L'addition de l'ammoniaque favorise la formation du précipité.

669. Si l'on verse de l'alcool sur les sels de chaux solubles et qu'on y mette le feu, la flamme offre une couleur rouge ayant beaucoup de ressemblance avec celle que les sels de strontiane lui communiquent.

Au chalumeau (131).

670. La plupart des sels de chaux colorent (130) en rouge la flamme intérieure, comme les sels de strontiane, mais avec moins d'intensité. La coloration, très-prononcée avec le fluate et le chlorure, est faible avec le sulfate et le carbonate, et nulle avec le phosphate et le borate. La chaux pure et le carbonate répandent une lueur très-vive, quand la flamme du chalumeau est dirigée sur la pointe aiguë d'un fragment.

La chaux est infusible sans addition de flux : elle donne avec le borax un verre transparent qui devient cristallin et d'un blanc de lait imparfait après le refroidissement ; avec le sel de phosphore, un verre transparent mêlé de phosphate de chaux non fondu ou d'aiguilles cristallines. Elle ne fond pas avec le carbonate de soude, et donne avec le nitrate de cobalt une masse noire ou gris sombre infusible.

671. MAGNÉSIUM et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
Magnésium.....	Blanc.....	»	»
Magnésie.....	Blanc.....	A peine soluble	Calciner le carbonate de magnésie (673). Sulfate de magnésie et potasse (672).
Chlorure.....	Blanc.....	Très-déliquescent.....	Carbonate de magnésie et acide hydrochlorique (305).
SULFATE.....	Blanc.....	33 p. à 14°....	(674).
Nitrate.....	Blanc.....	100 p. à 16°...	Carbonate de magnésie et acide nitrique (305).
Phosphate.....	Blanc.....	6 p. à 12°.....	Sulfate de magnésie et phosphate de soude (675).
Carbonate.....	Blanc.....	Insoluble.....	Sulfate de magnésie et carbonate de soude (309).
Borate.....	Blanc.....	Insoluble.....	Magnésie humide et acide borique (308).
Arséniate.....	Blanc.....	Soluble.....	Carbonate de magnésie et acide arsénique (305).
Oxalate.....	Blanc.....	Insoluble.....	Sulfate de magnésie et oxalate de potasse (309).
Acétate.....	Blanc.....	Très-soluble...	Carbonate de magnésie et acide acétique (305).

Voyez (942) le Tableau général des formes cristallines.

672. *Magnésie. — Première préparation.* — Dans une capsule de verre, dissolvez à chaud avec 10 grammes d'eau distillée 1 gramme de sulfate de magnésie, et versez par petites portions une dissolution de potasse caustique, tant qu'il se formera un précipité, et jusqu'à ce que le papier rouge de tournesol commence légèrement à bleuir. Jetez sur un filtre et lavez le dépôt avec la bouteille à filtre (178), jusqu'à ce que les eaux passent insipides. Placez le filtre sur le séchoir absorbant et terminez la dessiccation (182).

673. *Deuxième préparation.* — La calcination du carbonate de magnésie se fera comme celle du carbonate de chaux (660). La décomposition sera complète, si la magnésie obtenue

se dissout sans effervescence dans l'acide sulfurique étendu d'eau.

674. Le *sulfate de magnésie* nous sert à préparer tous les sels de magnésie ; il se trouve dans le commerce (2).

675. *Phosphate de magnésie.* — Dans une capsule en verre, faites dissoudre à chaud dans 4 grammes d'eau distillée un gramme de phosphate de soude ; faites dissoudre dans la même quantité d'eau 1 gramme de sulfate de magnésie, et versez une des liqueurs dans l'autre. Il se forme aussitôt un dépôt blanc opaque et gélatineux : laissez reposer pendant un jour, et au bout de ce temps la liqueur se sera éclaircie et contiendra de nombreux cristaux de phosphate de magnésie groupés en aiguilles fines et déliées.

676. CARACTÈRES DES SELS DE MAGNÉSIE.

Par voie humide.

677. La *potasse* et la *baryte caustique* donnent surtout à l'ébullition, un précipité blanc volumineux d'hydrate de magnésie, soluble dans les sels ammoniacaux.

678. L'*ammoniaque* produit dans les solutions neutres le même précipité ; mais elle ne précipite pas les solutions acides, même après la neutralisation par l'ammoniaque.

679. Le *carbonate de potasse* produit, surtout à chaud, un précipité blanc et volumineux de sous-carbonate de magnésie, soluble dans les sels ammoniacaux. La présence de ces sels empêche entièrement la précipitation.

680. Le *carbonate d'ammoniaque* ne précipite pas à froid les sels de magnésie ; la précipitation n'est que fort incomplète à chaud. La présence du chlorhydrate d'ammoniaque ou d'autres sels ammoniacaux empêche entièrement la précipitation.

681. L'*acide sulfurique* et l'*acide fluosilicique* ne précipitent pas les sels de magnésie.

682. Le *phosphate de soude* donne, surtout à chaud, un précipité blanc et floconneux de phosphate de magnésie ; en présence des sels ammoniacaux, le précipité est cristallin (phosphate

d'ammoniaque et de magnésie), soluble dans les acides, insoluble dans l'ammoniaque ; dans les solutions étendues, ce précipité n'apparaît que si l'on agite fortement la liqueur avec une baguette de verre.

683. L'*acide oxalique* ne précipite pas les sels magnésiens : mais l'*oxalate d'ammoniaque* donne un précipité blanc d'oxalate de magnésie, dont la formation est empêchée par la présence du chlorhydrate d'ammoniaque ou d'autres sels ammoniacaux.

Au chalumeau.

684. Prenez un fragment d'un sel de magnésie, faites-le rougir sur le charbon, humectez-le aussitôt après avec une dissolution de nitrate de cobalt et chauffez-le de nouveau avec force : la pièce d'essai prend alors une couleur rouge pâle dans les endroits où elle était imbibée de nitrate, ce qui n'arrive pas aux corps qui ne contiennent pas de magnésie. La magnésie pure et le carbonate de magnésie, mis en pâte avec de l'eau, étalés sur un charbon et chauffés au rouge, acquièrent également une couleur rouge avec la solution du cobalt. La présence d'oxydes métalliques, d'alcalis et de terres, excepté la silice, s'oppose à cette réaction.

685. **ALUMINIUM et ses composés.**

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
Aluminium	»	»	»
Alumine	Blanc.....	Insoluble.... .	Calciner l'alun d'ammoniaque (686). Alun et ammoniaque (687).
Chlorure.....	Blanc.....	Déliquescent .	Alumine en gelée et acide hydrochlorique (308).
Sulfate	Blanc.....	150 p. à 15°...	Alumine en gelée et acide sulfurique (688).
Nitrate.....	Blanc.....	Déliquescent ..	Alumine en gelée et acide nitrique (308).
Phosphate.....	Blanc.....	Insoluble.....	Sulfate d'alumine et phosphate de soude (309) (689).
Oxalate	Blanc.....	Insoluble.....	Sulfate d'alumine et bi oxalate de potasse (309).
Arséniate.....	Blanc.....	Insoluble.....	Sulfate d'alumine et arséniate de soude (309).
Acétate..... ..	Blanc.....	Très-soluble...	Alun et acétate de plomb (309).
Borate	Blanc.....	Insoluble.....	Sulfate d'alumine et borate de soude (309).
ALUN DE POTASSE	Blanc.....	6 p. à 12°.....	(690).
Alun d'ammoniaque.	Blanc.....	12 p. à 12°....	Sulfate d'alumine et sulfate d'ammoniaque (690).
Alun de soude....	Blanc.....	18 p. à 12°....	Sulfate d'alumine et sulfate de soude (690).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

686. *Alumine. — Première préparation.* — Calcinez dans le creuset de platine ou d'argile, sur le charbon (118) ou à la forge (129), de l'alun d'ammoniaque, le résidu blanc et pulvérulent est de l'alumine.

687. *Deuxième préparation.* — Faites dissoudre à chaud dans une fiole 10 grammes d'alun de potasse en poudre dans 50 grammes d'eau ; filtrez la liqueur si elle n'est pas bien limpide et recevez-la dans un verre: ajoutez-y, goutte à goutte, une dissolution de carbonate de soude, en agitant avec une baguette de verre, jusqu'à ce qu'il ne se manifeste plus d'effervescence ; il se produit un précipité blanc et floconneux d'alumine ; jetez-

le sur un filtre et lavez-le largement avec la bouteille à filtre (178): ce lavage doit être très-abondant, pour enlever complétement les sulfates de soude et de potasse. Le dépôt bien lavé est étendu sur le séchoir avec son filtre. En cet état l'alumine a l'apparence d'une gelée blanche et un peu transparente.

688. Le *sulfate d'alumine* est un réactif souvent employé, qu'il faut préparer. A cet effet, placez dans une capsule en verre l'alumine en gelée que vous avez obtenue précédemment; étendez-la d'eau distillée en l'agitant avec une tige de verre, de manière à en faire une bouillie très-liquide, et chauffez-la sur la lampe-veilleuse. Quand elle sera chaude, versez avec précaution de l'acide sulfurique en remuant sans cesse ; l'alumine se dissout peu à peu : versez ainsi l'acide goutte à goutte, jusqu'à ce que l'alumine soit entièrement dissoute, ou mieux, pour être certain de ne pas mettre un excès d'acide, arrêtez l'addition de celui-ci, quand il ne restera plus dans la liqueur qu'un très-léger dépôt d'alumine non dissous. Filtrez alors le liquide, que vous recevrez dans une capsule en verre; évaporez-le jusqu'à consistance sirupeuse, et renfermez-le dans une petite fiole que vous fermerez avec un bouchon. Il convient d'ajouter ensuite à la dissolution sirupeuse quelques gouttes d'eau distillée, pour lui donner un peu de liquidité.

689. Le *phosphate d'alumine* s'obtient par double décomposition (306).

690. L'*alun* est un sel double formé par la combinaison du sulfate d'alumine, qui joue le rôle d'acide, avec le sulfate de potasse ou le sulfate d'ammoniaque, qui joue le rôle de base. On distingue donc l'alun de potasse et l'alun ammoniacal. Ils se préparent tous les deux de la même manière, en versant dans une dissolution concentrée de sulfate d'alumine une dissolution également concentrée de sulfate de potasse ou d'ammoniaque ; il se dépose au bout de quelques minutes une foule de petits cristaux d'alun, brillants, incolores et transparents; on obtiendra des cristaux plus volumineux en prenant des dissolutions étendues des sels désignés et laissant la liqueur s'évaporer lentement à l'air libre.

L'alun nous sert à préparer tous les sels d'alumine ; il faut l'acheter chez le fabricant (2).

691. CARACTÈRE DES SELS D'ALUMINE.

Par voie humide.

692. La *potasse* produit, dans la solution des sels d'alumine, un précipité blanc et volumineux d'hydrate ou de sous-sel d'alumine, aisément soluble dans un excès de potasse et dans les acides. La calcination transforme l'hydrate d'alumine en oxyde, qui se dissout bien plus difficilement dans les acides. Le chlorhydrate d'ammoniaque précipite surtout à chaud, la solution de l'hydrate d'alumine dans la potasse.

693. L'*ammoniaque* se comporte comme la potasse, mais le précipité ne se redissout pas dans un excès du réactif. La présence des sels ammoniacaux n'empêche pas cette précipitation.

694. Les *carbonates alcalins* donnent le même précipité, avec dégagement d'acide carbonique ; le précipité ne se redissout pas dans un excès de carbonate.

695. L'*hydrogène sulfuré* ne précipite pas les sels d'alumine même lorsqu'ils sont dissous dans la potasse.

696. Le *sulfhydrate d'ammoniaque* donne, avec dégagement d'hydrogène sulfuré, un précipité blanc et volumineux d'hydrate d'alumine, soluble dans la potasse.

Au chalumeau (131).

697. Faites rougir sur le charbon une petite quantité d'alumine ; humectez-la ensuite d'une solution de nitrate de cobalt, chauffez de nouveau avec force, et la substance se colore fortement en bleu. Tous les composés qui renferment de l'alumine présentent ce caractère, pourvu qu'ils ne contiennent aucun oxyde métallique. Pour le mettre en évidence, il faut chauffer fortement, mais en évitant de faire fondre la matière d'essai, parce que beaucoup de composés, dans lesquels il n'y a pas d'alumine, se colorent cependant en bleu, quand on les chauffe jusqu'à fusion.

L'alumine est infusible sans addition de flux : avec le borax, elle donne un verre transparent à froid et à chaud quand le borax domine, et au contraire un peu opaque et cristallin quand l'alumine est employé en forte proportion ; avec le sel de phosphore, elle forme un verre toujours transparent ; avec le carbonate de soude, elle donne un composé infusible.

698. MANGANÈSE et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
Manganèse.....	Blanc.....	»	»
Protoxyde *hydraté*.	Blanc, *brunit à l'air*....	Insoluble.....	Chlorure de manganèse et potasse (310 *bis*).
Protoxyde *anhydre*.	Verdâtre.. .	Insoluble	Calciner le carbonate de manganèse en vase clos.
Peroxyde	Noir.....	Insoluble.....	(699).
Protochlorure....	Blanc rosé...	Déliquescent...	Peroxyde de manganèse et acide hydrochlorique (700).
Protosulfure	Blanc, *noircit à l'air*....	Insoluble.....	Chlorure de manganèse et hydrosulfate d'ammoniaque (309).
Protosulfate.....	Blanc.....	31 p. à 5°.....	Carbonate de manganèse et acide sulfurique (305).
Protonitrate	Blanc.....	Déliquescent...	Carbonate de manganèse et acide nitrique (305).
Carbonate	Blanc.....	Insoluble.....	Chlorure de manganèse et carbonate de soude (309).
Phosphate	Blanc.....	Insoluble.....	Chlorure de manganèse et phosphate de soude (309).
Arséniate.....	Blanc.....	Insoluble.....	Chlorure de manganèse et arséniate de soude (309).
Oxalate	Blanc.....	Insoluble.....	Chlorure de manganèse et bioxalate de potasse (309).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

699. Le *peroxyde de manganèse* nous sert à préparer tous les sels de manganèse ; il se trouve en abondance dans la nature, mais il n'est pas tout à fait pur. On peut le préparer artificiellement en calcinant légèrement le nitrate de manganèse. Chauffé fortement au chalumeau dans un tube de verre fermé, il aban-

donne une partie de son oxgyène, reconnaissable à ses propriétés. Il faut l'acheter chez le fabricant de produits chimiques (2).

700. *Protochlorure de manganèse.* — Dans une capsule en verre faites bouillir 5 grammes de peroxyde de manganèse du commerce en poudre, avec 10 grammes d'acide nitrique et 5 grammes d'eau : l'acide nitrique dissout le fer et la chaux qui accompagnent le peroxyde naturel. Après un quart d'heure d'ébullition, jetez sur un filtre et lavez largement avec la bouteille à filtre (178) jusqu'à ce que l'eau passe insipide ; recueillez le peroxyde lavé et encore humide, et placez-le dans une capsule en verre avec 10 grammes d'acide hydrochlorique et 5 grammes d'eau, et chauffez légèrement à la lampe-veilleuse. Il se dégage beaucoup de chlore, aussi faut-il opérer sous la cheminée, et la matière se dissout peu à peu. Cette dissolution est très-longue. Quand la liqueur sera évaporée jusqu'à siruposité, ajoutez encore 5 grammes d'acide hydrochlorique, évaporez de nouveau jusqu'à consistance sirupeuse et continuez ainsi jusqu'à ce que le peroxyde soit complétement dissous. L'opération dure au moins deux ou trois heures, et il faut verser en tout 20 grammes environ d'acide hydrochlorique. Il reste après la dissolution du peroxyde un dépôt blanc grenu, insoluble, qui est du sable ou de la silice, parce que le peroxyde de manganèse du commerce n'est pas pur. Évaporez la liqueur jusqu'à siccité pour chasser l'excès d'acide; redissolvez la matière dans l'eau, filtrez et évaporez jusqu'à consistance sirupeuse; par le refroidissement, le protochlorure de manganèse cristallisera en lames quadrangulaires transparentes.

701. CARACTÈRES DES SELS DE MANGANÈSE.

Par voie humide.

702. La *potasse* et l'*ammoniaque* donnent, dans la solution des sels de manganèse, un précipité blanc d'hydrate de manganèse, qui brunit rapidement au contact de l'air en absorbant de l'oxygène. La présence des sels ammoniacaux empêche entièrement la précipitation par l'ammoniaque. Le précipité par la potasse ou

l'ammoniaque ne se dissout pas dans un essai de ces réactifs ; mais il se dissout dans la solution du chlorhydrate d'ammoniaque ; toutefois, s'il est déjà bruni par l'oxydation, il ne s'en dissout, dans ce dernier sel, que la partie non colorée.

703. L'*hydrogène sulfuré* ne précipite pas les solutions acides des sels de manganèse, et n'en précipite que fort incomplétement les solutions neutres.

704. Le *sulfhydrate d'ammoniaque* donne un précipité couleur de chair de sulfure de manganèse, insoluble dans le sulfhydrate d'ammoniaque et dans les alcalis, aisément soluble dans les acides chlorhydrique et nitrique dilués; ce précipité brunit rapidement au contact de l'air.

705. Lorsqu'on chauffe du *bioxyde de plomb puce* avec de l'acide nitrique dilué (exempt d'acide chlorhydrique), et qu'on y ajoute la solution d'un sel de manganèse, la liqueur prend une belle couleur cramoisie (acide permanganique).

Au chalumeau (131).

706 Fondez sur le fil de platine une perle limpide de borax ou de sel de phosphore ; ajoutez une parcelle d'un sel de manganèse et chauffez de nouveau : celui-ci se dissout en donnant au verre une belle couleur améthyste, qui disparaît complétement dans la flamme intérieure et reparaît dans la flamme extérieure.

Les plus petites quantités d'un sel de manganèse se reconnaissent, en les faisant fondre avec du carbonate de soude sur la feuille de platine ; la masse fondue prend une teinte verte.

707. FER et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ DANS L'EAU.	PRÉPARATION.
FER.....	Blanc..... .	.....	De (708) à (713).
PROTOXYDE *hydraté*.	Blanc, *verdit à l'air*.. .	Insoluble.....	Protosulfate de fer et ammoniaque (310 *bis*).
PEROXYDE *hydraté*.	Jaune brun..	Insoluble	Pernitrate de fer et carbonate de soude (309).
PEROXYDE *anhydre*.	Rouge	Insoluble.....	Calciner au rouge le nitrate de fer (129).
PROTOCHLORURE....	Vert pâle....	Déliquescent...	Fer en excès et acide hydrochlorique (312).
PERCHLORURE.....	Jaune	Très-déliquescent.....	Peroxyde hydraté de fer humide et acide hydrochlorique (308).
PROTOSULFURE.....	Noir.....	Insoluble.....	Protosulfate de fer et hydrosulfate d'ammoniaque (309).
PROTO-IODURE.....	Vert.....	Soluble	Iode et limaille de fer en excès.
PROTOSULFATE	Vert pâle....	96 p. à 15°	Fer en excès et acide sulfurique étendu d'eau (312).
PERSULFATE	Jaunâtre	Déliquescent ..	Peroxyde hydraté de fer humide et acide sulfuriq. (312).
PERNITRATE.....	Rouge brun..	Déliquescent ..	Fer en limaille et acide nitrique en excès (312).
PHOSPHATES.....	Blancs	Insolubles.....	Protosulfate ou perchlorure de fer et phosph. de soude (309).
ARSÉNIATES..... .	Blancs	Insolubles.....	Protosulfate ou perchlorure de fer et arséniate de soude (309).
BORATES.....	Jaune pâle..	Insolubles.....	Protosulfate ou perchlorure de fer et borate de soude (309).
PROTO-OXALATE.....	Jaune-serin..	Insoluble.....	Protosulfate de fer et bi oxalate de potasse (309).
PEROXALATE	Vert.....	Très-soluble...	Peroxyde hydraté de fer humide et acide oxalique (312).
PROTO-ACÉTATE.....	Vert.....	Soluble	Protosulfate de fer et acétate de plomb (309).
PERACÉTATE	Rouge	Déliquescent ..	Humecter d'acide acétique la limaille de fer (312).
CARBONATE	Blanc, *verdit à l'air*....	Insoluble.....	Protosulfate de fer et carbonate de soude (*c'est un mélange*).
CYANOFERRURE DE POTASSIUM.....	Jaune.....	28 p. à 12°	Bleu de Prusse et potasse (713).
CYANOFERRURE DE POTASSIUM	Rouge	3 p. à 12°.....	Cyanoferrure jaune de potassium et chlore (714).
BLEU DE PRUSSE...	Bleu.....	Insoluble.....	Persulfate de fer et cyanoferr. jaune de potassium (309). Protosulfate de fer et cyanoferrure rouge de potasse (309).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

708. Le *fer* est très-abondamment répandu dans la nature, surtout à l'état d'oxyde ; c'est l'oxyde de fer qui fournit à la peinture des couleurs très-solides, jaunes ou rouges, dites *ocres;* c'est lui qui colore l'argile, les briques, les tuiles ; en un mot, le fer se rencontre dans une foule de substances dans lesquelles sa présence peut être facilement reconnue.

709. 1°, Triturez dans le petit mortier (271) quelque peu d'oxyde de fer naturel ou artificiel, faites-en une pâte humide dans le creux de la main, avec un peu de carbonate de soude, et chauffez ce mélange au chalumeau sur le charbon : par le procédé indiqué (261) (267), et après des lavages faits avec soin, vous recueillerez en abondance des paillettes brillantes de fer : vers la fin du lavage, en inclinant légèrement le petit mortier, on les voit miroiter et rouler sur elles-mêmes.

710. 2° Traitez de la même manière un peu de poussière d'argile ou de brique rouge, et vous obtiendrez des particules métalliques de fer.

711. 3° Brûlez une demi-feuille de papier à lettre ordinaire, recueillez les cendres encore noires, et chauffez-les fortement sur la capsule en platine avec la lampe à alcool, de manière à brûler complétement le charbon et à les rendre parfaitement blanches ; faites-en une pâte humide dans le creux de la main, avec un peu de carbonate de soude (261) (267) ; en les traitant, comme ci-dessus, au chalumeau, sur un charbon, vous recueillerez des parcelles métalliques de fer. Vous pouvez faire ainsi une foule d'expériences sur toute autre substance.

712. 4° Les expériences précédentes demandent une certaine habileté, parce qu'on opère sur une très-petite quantité de matière ; elles seront plus faciles en opérant un peu plus en grand ; à cet effet, au lieu de traiter le mélange directement sur le charbon, vous le chaufferez (129) soit à la flamme du chalumeau, dans le creuset de platine brasqué (123) ; soit à la forge, dans un creuset d'argile également brasqué. Après avoir fait fortement rougir le creuset pendant cinq minutes, laissez-le refroidir, découvrez-le, enlevez avec précaution la brasque supérieure, saisissez délicatement avec des pinces la substance d'essai ordi-

nairement agglomérée en petite masse, broyez-la dans le petit mortier, et, après des lavages faits avec soin, vous obtiendrez d'abondantes parcelles métalliques de fer.

Il ne faut pas chercher à fondre en culot métallique la substance d'essai, de manière à obtenir de la fonte, comme on le fait, dans les arts, dans le traitement de la mine de fer ; la chaleur dont nous pouvons disposer n'est pas assez forte pour déterminer cette fusion, et vous n'obtiendrez jamais le fer qu'à l'état de parcelles isolées, non agglomérées, et attirables par le barreau aimanté.

713. *Le cyanoferrure jaune de potassium* est un des réactifs les plus employés par les chimistes. Il produit, dans la plupart des solutions des sels métalliques, des précipités diversement colorés, dont la couleur peut indiquer l'oxyde auquel le précipité est dû. On l'emploie le plus souvent pour reconnaître la présence du fer et celle du cuivre en solution.

Il précipite en blanc les solutions de fer, quand le métal est à l'état de protoxyde ; le précipité passe spontanément au bleu par le contact de l'air, qui cède de l'oxygène à cet oxyde ; on voit alors une couche bleue se former à la surface du liquide. Si on l'agite de manière à mettre en contact une plus grande quantité de surface avec l'air atmosphérique, la couleur bleue se propage plus rapidement dans la masse du liquide. La couleur bleue paraît instantanément en ajoutant quelques gouttes d'une solution de chlore.

Si on verse ce réactif dans une solution d'un sel de fer dans lequel ce métal est à l'état de peroxyde, on obtient aussitôt un précipité d'un bleu intense. Cet effet est si instantané, que si dans un grand verre plein d'eau on verse une goutte de persulfate ou perchlorure de fer, puis une goutte de cyanoferrure jaune de potassium, la liqueur se colore aussitôt en bleu magnifique.

Préparation. — Délayez dans l'eau 10 grammes de bleu de Prusse du commerce réduit en poudre fine, ajoutez-y 10 grammes d'acide sulfurique concentré étendu de 3 grammes d'eau, afin de dissoudre l'alumine que le bleu de Prusse contient ordi-

nairement, et faites bouillir pendant un quart d'heure. Après l'ébullition jetez le tout sur un filtre et lavez (178) à très-grande eau jusqu'à ce que les eaux passent insipides. Sur le résidu bien lavé versez une quantité suffisante de solution de potasse pour faire passer le liquide du bleu au brun jaunâtre, filtrez et évaporez de manière à obtenir par refroidissement des cristaux jaunes de cyanoferrure de potassium ; lavez ces cristaux et faites-les dissoudre de nouveau dans l'eau distillée ; cette solution nous servira de réactif. Au reste, ce sel, qui sert à la fabrication du bleu de Prusse, se trouve dans le commerce (2) : il faudra le purifier par cristallisation.

714. *Le cyanoferrure rouge de potassium* est un réactif aussi très-souvent employé; il ne précipite pas les sels de peroxyde de fer, et précipite en bleu ceux de protoxyde.

Préparation. — Dissolvez à froid 10 grammes de cyanoferrure jaune de potassium en poudre dans le moins d'eau possible, versez dans une petite fiole et introduisez jusqu'au fond un tube conducteur donnant passage à un courant de chlore (voyez l'appareil décrit (220)) ; continuez le dégagement gazeux jusqu'à ce qu'une goutte de la liqueur enlevée avec un petit tube ouvert ne précipite plus en bleu par une goutte d'une solution d'un sel de peroxyde de fer ; abandonnez alors le liquide dans une capsule jusqu'à ce qu'il cristallise par évaporation spontanée (170) ; il se déposera des cristaux en aiguilles d'une belle couleur rougeâtre et d'un éclat métallique ; lavez-les ; redissolvez-les dans l'eau distillée, et la solution servira de réactif.

715. CARACTÈRES DES SELS DE FER.

Par voie humide.

Sels de fer au minimum ou de *protoxyde.*

716. Leurs solutions sont incolores et rougissent le tournesol. Les sels secs solubles sont incolores ou d'un vert d'eau pâle. Ils s'oxydent rapidement à l'air, en produisant un sous-sel de sesquioxyde, insoluble dans l'eau. L'acide nitrique les conver-

tit déjà à froid en sel de sesqui-oxyde en les colorant en brun.

715. La *chaleur* rouge les décompose.

716. La *potasse* produit dans la solution des sels de protoxyde un précipité blanc verdâtre d'hydrate, passant rapidement, par la peroxydation à l'air, au vert, puis au rouge brun.

717. L'*ammoniaque* se comporte comme la potasse; la présence des sels ammoniacaux empêche la précipitation par l'ammoniaque.

718. L'*hydrogène sulfuré* ne précipite pas les solutions acides des sels de fer au minimum.

719. Le *sulfhydrate d'ammoniaque* y produit un précipité noir de protosulfure, insoluble dans les alcalis et les sulfures alcalins, très-soluble dans les acides chlorhydrique et nitrique.

720. Le *ferrocyanure de potassium jaune* y produit un précipité blanc bleuâtre de ferrocyanure de fer au minimum, qui passe rapidement au bleu en absorbant l'oxygène de l'air ; cette coloration bleue se fait immédiatement par l'eau chlorée et par l'acide nitrique.

721. Le *ferricyanure de potassium rouge* y produit un beau précipité bleu de ferricyanure de fer au minimum, insoluble dans l'acide chlorhydrique, aisément décomposable par la potasse.

722. Le *sulfocyanure de potassium* n'opère pas de changement de couleur dans les solutions des sels de protoxyde de fer.

723. SELS DE FER AU MAXIMUM OU DE SESQUI-OXYDE.

724. La *potasse* et l'*ammoniaque* produisent, dans leur solution, un précipité volumineux d'hydrate et de sesqui-oxyde coloré en rouge brun, insoluble dans un excès de réactif. La présence des sels ammoniacaux n'empêche pas cette précipitation.

725. Les *carbonates alcalins* donnent un précipité rouge brun de sous-carbonate de sesqui-oxyde.

726. Le *carbonate de baryte* précipite complétement, même à froid, les sels de fer au maximum, ce qui permet de séparer le fer du manganèse.

727. L'*hydrogène sulfuré* produit un dépôt laiteux de soufre, en même temps que le sel au maximum passe au minimum. La même réduction est opérée par l'*acide sulfureux* et par une lame de fer.

728. Le *sulfhydrate d'ammoniaque* produit un précipité noir de protosulfure.

729. Le *phosphate de soude* donne un précipité blanc de phosphate de sesqui-oxyde, soluble dans l'acide acétique ; le précipité devient brun au contact des alcalis libres, et se dissout dans l'ammoniaque en présence d'un excès de phosphate de soude.

730. Le *ferrocyanure de potassium jaune* donne un précipité bleu formé de ferrocyanure de fer au maximum, insoluble dans l'acide chlorhydrique, aisément décomposable par la potasse.

731 Le *ferricyanure de potassium rouge* ne précipite pas les sels au maximum ; le mélange ne se fonce que légèrement en couleur.

732. Le *sulfocyanure de potassium* donne une belle coloration rouge de sang dans les solutions même fort étendues.

Au chalumeau (131)

733. Fondus sur le charbon ou le fil de platine avec du borax ou du sel de phosphore à la flamme extérieure, les sels de fer communiquent au verre une couleur rouge foncée qui s'éclaircit par le refroidissement. Chauffés fortement à la flamme intérieure, ils colorent le verre en vert ; mais cette couleur s'efface tout à fait par le refroidissement, quand la quantité de fer n'est pas trop considérable. Les moindres parcelles d'oxyde de fer donnent au sel de phosphore, même quand on l'y dissout à la flamme extérieure, une couleur verte qui diminue d'intensité pendant le refroidissement, et qui disparaît totalement lorsque celui-ci est complet. Comme nous l'avons vu, les sels de fer se réduisent quand on les fond avec du carbonate de soude sur le charbon ; après qu'on a enlevé le charbon par lévigation, il reste une poudre métallique magnétique (261) (267).

734. ÉTAIN et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ DANS L'EAU.	PRÉPARATION.
ÉTAIN.....	Blanc.....	.....	(735).
PROTOXYDE *hydraté*.	Blanc.....	Insoluble.....	Protochlorure d'étain et ammoniaque en excès (310 *bis*).
PROTOXYDE *anhydre*.	Jaune.....	Insoluble.....	Calciner le protoxyde hydraté en vase clos (129).
PEROXYDE *hydraté*..	Blanc.....	Insoluble.....	Étain et acide nitrique (312).
PEROXYDE *gélatineux*	Blanc.....	Insoluble.....	Perchlorure d'étain et carbonate de soude (309).
PROTOSULFURE	Brun	Insoluble.....	Protochlorure d'étain et acide hydrosulfurique (309).
PERSULFURE *hydraté*	Jaune sale...	Insoluble.....	Perchlorure d'étain et acide hydrosulfurique (309).
PERSULFURE *anhydre*.	Jaune brillant	Insoluble.....	Étain, mercure et soufre (739).
PROTOCHLORURE....	Blanc.....	Se décompose (*soluble dans l'acide*).	Étain et acide hydrochlorique (737).
PERCHLORURE.....	Incolore	Soluble, fumant.	Étain et eau régale (738).
PERIODURE.....	Orangé.....	Se décompose.	Étain et iode (418).
PROTONITRATE	Blanc.....	Se décompose (*soluble dans l'acide*).	Étain et acide nitrique à froid (*instable*) (312).
PERNITRATE	Blanc.....	Se décompose (*soluble dans l'acide*).	Peroxyde d'étain gélatineux et acide nitrique (308).
PROTOSULFATE	Blanc.....	Peu soluble...	Protochlorure d'étain et acide sulfurique (309).
PERSULFATE	Jaunâtre	Déliquescent ..	Peroxyde gélatineux d'étain et acide sulfurique (308).
PHOSPHATES.....	Blancs	Insolubles	Protochlor. / Perchlorure } d'étain et phosphate de soude (309).
ARSÉNIATES.....	Blancs	Insolubles.....	Protochlor. / Perchlorure } d'étain et arséniate de soude (309).
BORATES.....	Blancs	Insolubles.....	Protochlor. / Perchlorure } d'étain et borate de soude (309).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

735. *Extraction de l'étain.* — Chauffez fortement sur le charbon un fragment de peroxyde d'étain naturel ou artificiel,

dans la flamme désoxydante du chalumeau ; après une assez longue insufflation vous apercevrez des globules métalliques et enfin une perle brillante de métal (267).

Il est très-important de chauffer à la flamme réductive, car le métal fondu est très-avide d'oxygène, et placé dans la flamme oxydante, il se couvre à l'instant d'une pellicule d'oxyde terne et infusible, que l'on fera disparaître dans la flamme intérieure. Il sera bon de s'exercer avec un globule d'étain pour reconnaître la flamme oxydante et réductive du chalumeau. La réduction de l'oxyde se fait mieux en ajoutant du carbonate de soude; mais si elle tardait à se faire, il faudrait la faciliter avec un peu de borax. Pour conserver au globule métallique son éclat, il faut le jeter incandescent dans l'huile : d'ailleurs, en l'aplatissant sous le marteau, on reconnaît parfaitement sa couleur.

Chauffez (121) fortement, soit à la flamme du chalumeau dans un creuset de platine brasqué (117), soit à la forge dans un creuset d'argile brasqué, un mélange à parties égales en volume de peroxyde d'étain naturel ou artificiel et de carbonate de soude pulvérisé ; après une insufflation de cinq minutes, vous obtiendrez un petit culot d'étain métallique bien fondu.

Alliages.

736. Fondez à la forge (122) dans un creuset d'argile fermé les alliages suivants :

Étain.....	0g8	C'est l'alliage de la poterie d'étain.
Antimoine.....	0,2	
Étain.....	0,5	Alliage cassant, pulvérulent.
Antimoine.....	0,5	
Étain..... ...	0,3	Soudure des plombiers.
Plomb	0,7	
Étain.....	0,7	Alliage dur et tenace.
Plomb.....	0,3	

737. *Protochlorure d'étain.* — Mettez dans une capsule 2 grammes de limaille fine d'étain ; humectez-les d'acide hydrochlorique, et agitez pour leur donner le contact simultané de l'acide et de l'air ; après deux heures, ajoutez 5 grammes d'acide

hydrochlorique ; il se produit aussitôt une vive effervescence d'hydrogène très-puant ; agitez de temps en temps et chauffez légèrement : dès que l'effervescence devient faible, augmentez progressivement la chaleur, et soutenez-la jusqu'à ce que le liquide soit évaporé à moitié ; laissez reposer et décantez la liqueur claire et limpide, qui par évaporation fournira de petits cristaux en aiguilles déliées de protochlorure d'étain. Ce sel se décompose dans l'eau, et ne se dissout que dans l'eau aiguisée d'acide hydrochlorique. Il sert dans la teinture des étoffes, et se trouve dans le commerce sous le nom de *sel d'étain*. Vous vous le procurerez (2). Il faut le purifier par une nouvelle cristallisation dans l'acide hydrochlorique étendu d'eau, et renfermer les cristaux qui s'altèrent à l'air.

738. *Perchlorure d'étain.* — Dans une capsule en verre versez sur 1 gramme de limaille d'étain un mélange de 5 grammes d'acide hydrochlorique, et 1 gramme d'acide nitrique. En chauffant très-légèrement, l'étain se dissout promptement avec une violente effervescence; évaporez la liqueur jusqu'à ce que d'épaisses vapeurs blanches se produisent. C'est le perchlorure qui se volatilise. Ce sel est liquide, fumant, et soluble dans l'eau.

739. *Persulfure d'étain.* — Faites fondre à la petite lampe à alcool sur un fragment de verre 1 gramme d'étain ; quand il sera fondu, ajoutez 1/2 gramme de mercure : il se fait aussitôt un amalgame ; jetez-le encore liquide dans le mortier et pulvérisez-le promptement pour le réduire en poudre ténue. Ajoutez à celle-ci 1/2 gramme de sel ammoniac et 1 gramme de fleur de soufre, puis broyez dans le mortier de manière à mélanger le tout intimement. Le mélange bien fait sera introduit dans un creuset de terre mal fermé et chauffé à la forge. Il faut d'abord modérer la chaleur, et la pousser peu à peu jusqu'au rouge obscur, que vous maintiendrez pendant cinq minutes environ ; découvrez le creuset refroidi et vous recueillerez le persulfure d'étain en masse d'un jaune d'or brillant, c'est l'*or mussif*. En chauffant trop fortement, le persulfure serait transformé en protosulfure de couleur gris d'acier.

740. CARACTÈRES DES SELS D'ÉTAIN.

Par voie humide.

741. *Sels d'étain au minimum* ou de *protoxyde.*

742. La *potasse* donne un précipité blanc d'hydrate de protoxyde, soluble dans un excès de potasse. Si l'on fait bouillir cette solution, il se produit un précipité noir ou noir brunâtre d'étain métallique, quelquefois cristallin, le protoxyde passant à l'état de bi-oxyde ou acide stannique qui reste en dissolution.

743. L'*ammoniaque* et les *carbonates alcalins* précipitent également en blanc, mais le précipité ne se redissout pas dans un excès de réactif.

744. L'*hydrogène sulfuré* produit dans les solutions neutres ou acides un précipité brun foncé de protosulfure, soluble dans la potasse, dans les sulfures alcalins (surtout persulfurés), ainsi que dans l'aeide chlorhydrique bouillant; l'acide nitrique bouillant convertit ce précipité en bi-oxyde d'étain insoluble.

745. Le *sulfhydrate d'ammoniaque* donne le même précipité brun de protosulfure, peu soluble dans le sulfhydrate d'ammoniaque incolore et pur, mais très-soluble dans ce réactif lorsqu'il est jaune, c'est-à-dire chargé de soufre; l'acide chlorhydrique précipite de la solution du bisulfure d'étain jaune mêlé de soufre.

746. Au contact de l'air, les sels d'étain au minimum absorbent l'*oxygène* et se transforment peu à peu en sels au maximum. C'est aussi en vertu d'une semblable fixation d'oxygène qu'ils réduisent les *sels de cuivre, de fer et de mercure,* et qu'ils les transforment en sels au minimum; les sels de mercure peuvent même être réduits à l'état métallique. Avec les dissolutions d'or, les sels d'étain au minimum donnent également de l'or métallique (pourpre de Cassius).

747. *Sels d'étain au maximum* ou de *peroxyde.*

748. La *potasse,* l'*ammoniaque* et les *carbonates alcalins* déterminent, dans la solution de ces sels, un précipité gélatineux

d'hydrate de bi-oxyde, fort soluble dans un excès de potasse, moins soluble dans l'ammoniaque, et encore moins soluble dans les carbonates alcalins; le précipité se dissout aussi fort aisément dans les acides. Une fois calciné, il ne se redissout plus ni dans les alcalis ni dans les acides; il présente alors les mêmes caractères que le bi-oxyde que l'on obtient en oxydant l'étain métallique par l'acide nitrique. Pour le rendre soluble, il faut le faire fondre avec un carbonate alcalin.

749. L'*hydrogène sulfuré* produit dans les solutions neutres ou acides des sels d'étain au maximum, surtout à chaud, un précipité jaune de bisulfure; il ne précipite pas les solutions alcalines. Le bisulfure d'étain se dissout difficilement dans l'ammoniaque caustique ou carbonatée, mais il se dissout aisément dans la potasse caustique et dans les sulfures alcalins, ainsi que dans l'acide chlorhydrique concentré et bouillant; l'acide nitrique le convertit en bi-oxyde d'étain insoluble.

750. Le *sulfhydrate d'ammoniaque* précipite du bisulfure jaune, aisément soluble dans un excès de réactif.

751. Le *zinc* se comporte avec les solutions d'étain au maximum, exemptes d'acide nitrique, comme avec les solutions des sels au minimum. Dans le cas où les solutions de bi-oxyde renferment de l'acide nitrique, il se dépose sur le zinc de l'hydrate blanc, ou un mélange grisâtre d'hydrate et de métal.

Au chalumeau (131).

752. Les sels d'étain et le cyanure de potassium, mêlés avec du carbonate de soude, donnent de l'étain métallique, quand on les chauffe sur le charbon dans la flamme intérieure (735). Le grain d'étain réduit se reconnaît à la propriété qu'il a de s'aplatir sous le marteau, et à ce que, lorsqu'on le mêle avec un globule vert de sel de phosphore tenant du peroxyde de cuivre en dissolution, il devient, par l'action de la flamme intérieure, opaque et d'un brun rouge, phénomène dû à du protoxyde de cuivre qui s'est produit.

753. ZINC et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
ZINC	Blanc bleuâtre	.....	(754).
OXYDE	Blanc.....	Insoluble.....	Calciner le carbonate ou le nitrate de zinc (129) (755).
CHLORURE	Blanc.....	Très - soluble, *déliquescent*.	Zinc ou carbonate de zinc et acide hydrochlorique (305) (312).
SULFURE	Blanc.....	Insoluble.....	Sulfate de zinc et hydrosulfate d'ammoniaque (309).
IODURE.....	Blanc.....	Très - soluble, *déliquescent*.	Zinc et iode.
SULFATE	Blanc.....	140 p. à 12°...	Zinc et acide sulfurique (312).
NITRATE	Blanc.....	Très - soluble, *déliquescent*.	Zinc ou carbonate de zinc et acide nitrique (312) (305).
CARBONATE	Blanc.....	Insoluble.....	Sulfate de zinc et carbonate de soude (309).
PHOSPHATE	Blanc.....	Insoluble.....	Sulfate de zinc et phosphate de soude (309).
BORATE	Blanc.....	Insoluble.....	Sulfate de zinc et borate de soude (309).
ARSÉNIATE.....	Blanc.....	Insoluble.....	Sulfate de zinc et arséniate de soude (309).
OXALATE	Blanc.....	Insoluble.....	Sulfate de zinc et bi-oxalate de potasse (309).
ACÉTATE	Blanc.....	Très-soluble...	Carbonate de zinc et acide acétique (305).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

754. *Extraction du zinc.* — Le zinc s'extrait dans les arts en traitant par le charbon la *calamine* ou carbonate de zinc naturel. Chauffez au rouge avec le chalumeau dans un petit tube de verre fermé un mélange pulvérulent de charbon et de carbonate naturel ou artificiel de zinc pulvérisé; en lavant le résidu dans le petit mortier, vous obtiendrez d'abondantes particules métalliques de zinc.

Cette réduction peut se faire à la forge dans un creuset d'argile brasqué et bien fermé ; mais il faut conduire convenable-

ment la chaleur, parce qu'une grande partie du zinc réduit se volatilise et couvre le charbon d'une couche blanche d'oxyde.

755. L'*oxyde de zinc* est fixe et infusible; plongez dans la flamme de l'alcool un fil délié de zinc, vous verrez le métal fondre et brûler avec une vive lumière, en émettant des fumées blanches d'oxyde.

Sur le charbon, fondez dans la flamme intérieure du chalumeau un globule de zinc, il s'enflamme en couvrant le charbon d'une couche blanche annulaire d'oxyde.

Dans un creuset d'argile faites fondre à la forge quelque peu de zinc; le métal fond et brûle avec une flamme brillante ; des fumées blanches d'oxyde se dégagent et se déposent sur les corps environnants; couvrez alors le creuset d'un autre plus grand, et chauffez de nouveau, laissez refroidir, et en découvrant vous verrez le creuset supérieur rempli d'oxyde de zinc sous forme de flocons légers d'une blancheur parfaite.

756. CARACTÈRES DES SELS DE ZINC.

Par voie humide

757. La *potasse* produit, dans la solution des sels de zinc un précipité blanc d'hydrate entièrement soluble dans un excès d'alcali.

758. L'*ammoniaque* précipite un sous-sel blanc, mais la précipitation est incomplète ; elle est entièrement empêchée par la présence des sels ammoniacaux.

759. Le *carbonate* de *potasse* ou de *soude* donne un précipité blanc de sous-carbonate de zinc, insoluble dans un excès de réactif. Le *carbonate d'ammoniaque* produit le même précipité, mais celui-ci se dissout entièrement dans un excès de carbonate d'ammoniaque.

760. L'*hydrogène sulfuré* ne précipite pas les sels de zinc, dont l'acide est énergique; mais il précipite entièrement l'acétate de zinc, sous la forme de sulfure blanc. Ainsi le sulfate de zinc acide n'est pas précipité par le sulfure d'hydrogène; mais si l'on ajoute de l'acétate de soude à la solution de ce sulfate, il se

produit de l'acétate de zinc par double échange, et le zinc devient aussitôt précipitable. Le précipité de sulfure de zinc se dissout aisément dans les acides chlorhydrique et nitrique dilués.

761. Le *sulfhydrate d'ammoniaque* donne le même précipité de sulfure blanc, insoluble dans un excès de réactif.

Au chalumeau (131).

762. Les sels de zinc chauffés avec du carbonate de soude dans la flamme intérieure sur le charbon se couvrent d'une fumée blanche d'oxyde de zinc. Humectés avec une solution de nitrate de cobalt et chauffés fortement, ils se colorent en vert.

763. **NICKEL et ses composés.**

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
NICKEL.....	Blanc.....	.....	(764).
PROTOXYDE *hydraté*.	Vert pâle....	Insoluble.....	Chlorure de nickel et potasse (310 *bis*).
PROTOXYDE *anhydre*.	Vert intense.	Insoluble.....	Calciner en vase clos l'hydrate de protoxyde ou le peroxyde de nickel (129).
PEROXYDE *anhydre*.	Noir.....	Insoluble.....	Calciner légèrement le nitrate de nickel (765).
CHLORURE	Vert foncé ..	66 p. à 10°....	(766).
SULFURE	Noir.....	Insoluble.....	Chlorure de nickel et hydrosulfate d'ammoniaque (309).
SULFATE	Vert émeraude.....	33 p. à 10°....	Carbonate de nickel et acide sulfurique (305).
NITRATE.....	Vert bleuâtre	50 p. à 10°....	Carbonate de nickel et acide nitrique (305).
CARBONATE	Verdâtre....	Insoluble	Chlorure de nickel et carbonate de soude (309).
PHOSPHATE	Vert pâle...	Insoluble.....	Chlorure de nickel et phosphate de soude (309).
BORATE	Verdâtre....	Insoluble.....	Chlorure de nickel et borate de soude (309).
ARSÉNIATE.....	Vert clair...	Insoluble.....	Chlorure de nickel et arséniate de soude (309).
OXALATE	Bleu verdâtre	Insoluble.....	Chlorure de nickel et bi-oxalate de potasse (309).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

764. *Nickel.* — Traitez sur le charbon, au chalumeau, avec du carbonate de soude (261) (267), du carbonate ou de l'oxyde de nickel, et vous recueillerez le métal sous forme de paillettes blanches et magnétiques.

Le même traitement (123) fait dans un creuset de platine ou d'argile brasqué, chauffé soit au chalumeau, soit à la forge, donnera de nombreuses particules brillantes de métal.

765. Le *peroxyde* anhydre de nickel nous sert de réactif pour découvrir au chalumeau les sels de potasse ; on le prépare très-facilement en calcinant avec la lampe à alcool un peu de nitrate de nickel, déposé sur un fragment de verre mince, ou sur la capsule de platine.

766. Le *chlorure de nickel* nous sert à préparer tous les sels de nickel ; il faut se le procurer chez le fabricant de produits chimiques (2).

767. CARACTÈRES DES SELS DE NICKEL.

Par voie humide.

768. La *potasse* produit, dans la solution des sels de nickel, un précipité vert-pomme d'hydrate de nickel, insoluble dans un excès de potasse.

769. L'*ammoniaque,* ajoutée en petite quantité, donne un léger précipité vert clair de sous-sel, soluble avec une couleur bleue dans un excès d'ammoniaque ; la présence des sels ammoniacaux empêche cette précipitation.

770. Le *carbonate de potasse* donne un précipité vert-pomme de sous-carbonate de nickel. Le *carbonate d'ammoniaque* donne le même précipité, mais celui-ci se dissout dans un excès de réactif avec une couleur bleu verdâtre.

771. Le *cyanure de potassium* produit un précipité vert jaunâtre de cyanure de nickel ; un excès de cyanure de potassium dissout aisément le précipité, en se colorant légèrement en jaune, et l'acide chlorhydrique l'en précipite de nouveau ; le précipité se dissout très-peu à froid dans un excès de cet acide, mais aisément à chaud.

772. L'*hydrogène sulfuré* ne précipite pas les solutions acides des sels de nickel, et ne précipite qu'incomplétement, ou pas du tout, les solutions neutres.

773. Le *sulfhydrate d'ammoniaque* donne un précipité noir de sulfure de nickel ; ce précipité n'étant pas tout à fait insoluble, dans le sulfhydrate d'ammoniaque, contenant de l'ammoniaque libre ou un excès de soufre, la liqueur surnageante est colorée en brun par l'emploi d'un excès de réactif. Le précipité de sulfure de nickel est presque insoluble dans l'acide chlorhydrique dilué ; mais l'eau régale le dissout aisément.

Au chalumeau (131).

774. Les sels de nickel traités par le carbonate de soude sur le charbon dans la flamme intérieure, se réduisent en une poudre blanche métallique et magnétique (764). Ils colorent dans la flamme intérieure une perle de sel de borax ou de phosphore fondu sur le fil de platine en rouge faible, dont l'intensité diminue peu à peu par le refroidissement, jusqu'à ce qu'enfin elle disparaisse souvent tout à fait.

775. COBALT et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
Cobalt.....	Gris blanc...	.....	(776).
Protoxyde *hydraté*.	Bleu.....	Insoluble	Nitrate de cobalt et potasse (310 *bis*).
Protoxyde *anhydre*.	Gris clair....	Insoluble.....	Calciner en vase clos le peroxyde de cobalt (129).
Peroxyde	Noir.....	Insoluble.....	Calciner le nitrate de cobalt (129).
Chlorure.....	Rouge-rubis.	Soluble.....	Carbonate de cobalt et acide hydrochlorique (305) (778).
Sulfure	Noir.....	Insoluble.....	Nitrate de cobalt et hydrosulfate d'ammoniaque (309).
Sulfate	Rose.....	4 p. à 12°	Carbonate de cobalt et acide sulfurique (305).
Nitrate	Rouge	Soluble, *déliquescent*....	(777).
Carbonate	Rose.....	Insoluble.....	Nitrate de cobalt et carbonate de soude (309).
Phosphate.....	Bleu violacé.	Insoluble.....	Nitrate de cobalt et phosphate de soude (309) (779).
Arséniate.....	Rose.....	Insoluble.....	Nitrate de cobalt et arséniate de soude (309).
Oxalate	Rose pâle...	Insoluble.....	Nitrate de cobalt et bi-oxalate de potasse (309).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

776. *Cobalt.* — Traitez sur le charbon au chalumeau avec du carbonate de soude (261), (267) du carbonate ou de l'oxyde de cobalt, et vous recueillerez le métal sous forme de paillettes blanches brillantes et magnétiques.

Le même traitement (123) fait dans un creuset de platine ou d'argile brasqué, chauffé soit au chalumeau, soit à la forge, donne de nombreuses particules brillantes et magnétiques de métal.

777. Le *nitrate de cobalt* nous sert à préparer tous les composés de cobalt; il faut se le procurer chez le fabricant de produits chimiques (2). C'est un réactif souvent employé dans les

essais au chalumeau ; à cet effet 2 grammes seront dissous dans 2 grammes d'eau distillée, et enfermés dans un petit tube fermé ; dans le bouchon de liége sera planté un petit fil de platine courbé en crochet à un bout, à l'aide duquel on déposera une goutte de la solution sur la substance d'essai.

778. Le *chlorure de cobalt* en dissolution très-concentrée dans l'eau est bleu intense, en dissolution un peu étendue il est rose, en dissolution très-étendue il est presque incolore. Ces phénomènes de coloration expliquent les effets des *encres de sympathie* qu'on fait avec une solution très-étendue de ce sel. En traçant sur le papier des caractères ou des figures avec cette encre, ils sont à peine visibles, tant qu'ils ne sont pas secs ; mais en chauffant légèrement le papier, ils se montrent avec une couleur bleue : si dans cet état on laisse le papier se refroidir à l'air, ils disparaissent au bout de peu d'instants, et en chauffant de nouveau on peut les reproduire encore. Seulement il faut avoir l'attention de ménager la chaleur, car si elle était trop forte les caractères prendraient une couleur noire et ne disparaîtraient plus par le refroidissement ; cela tient à ce que le chlorure de cobalt est alors décomposé et changé en peroxyde par le grillage.

On fait des encres de sympathie de différentes couleurs en mêlant au chlorure de cobalt les sels suivants : avec le chlorure de nickel, les caractères sont verts ; avec le sulfate de zinc, ils sont violets ; avec le chlorure de fer, ils sont jaunes ; avec l'hydrochlorate d'ammoniaque, ils sont verts.

779. Le *phosphate de cobalt* sert à préparer la belle couleur connue sous le nom de *bleu-Thenard*. Faites avec 1 gramme d'alun de l'alumine en gelée (685) que vous laverez parfaitement sur un filtre. Précipitez quelques gouttes de nitrate de cobalt avec du phosphate de soude, et lavez parfaitement sur un filtre le dépôt bleu et gélatineux qui se forme. Prenez la grosseur d'un pois de ce phosphate de cobalt bien lavé, et mélangez-le intimement dans une capsule avec huit fois son volume d'alumine en gelée : cette pâte, qui a la consistance d'un sirop épais, sera desséchée sur une capsule et pulvérisée. Le

mélange sec a la couleur de la fleur du pêcher : introduisez-le dans un creuset d'argile fermé et chauffez fortement pendant cinq minutes à la forge. Découvrez le creuset refroidi et vous en retirerez une substance d'une couleur bleue magnifique.

780. CARACTÈRES DES SELS DE COBALT.

Par voie humide.

781. La *potasse* produit, dans la solution des sels de cobalt, un précipité bleu de sous-sel, qui devient, à l'air, vert ou d'un gris sale ; bouilli au sein du liquide, le précipité se convertit en hydrate de cobalt d'un rose pâle, souillé ordinairement d'un peu d'oxyde brun. Ces précipités sont insolubles dans la potasse.

782. L'*ammoniaque* se comporte comme la potasse ; mais le précipité se redissout dans un excès d'ammoniaque avec une couleur brun rougeâtre ; cette solution brunit davantage au contact de l'air en absorbant de l'oxygène.

Lorsque les sels de cobalt sont mêlés de chlorhydrate ou d'un autre sel d'ammoniaque, leur solution n'est pas précipitée par l'ammoniaque.

783. Le *carbonate de potasse ou de soude* donne un précipité rose de carbonate de cobalt. Le *carbonate d'ammoniaque* produit le même précipité, mais celui-ci se redissout dans un excès de réactif avec une couleur rouge.

784. Le *cyanure de potassium* produit, dans les dissolutions acides des sels de cobalt, un précipité blanc brunâtre de cyanure de cobalt, qui se redissout à chaud dans un excès de réactif en présence de l'acide cyanhydrique libre, pour former du cobalticyanure de potassium, combinaison de sesquicyanure de cobalt et de cyanure de potassium ; la solution de ce cobalticyanure n'est pas précipité par les acides. Cette réaction permet de distinguer le nickel du cobalt. Lorsqu'à un mélange de ces deux métaux on ajoute du cyanure de potassium en quantité suffisante pour redissoudre le précipité qui se forme d'abord, cette dissolution précipite, par les acides, à la fois du cobalt et du nickel. Ce nouveau précipité est du cobalticyanure de nickel,

combinaison de sesquicyanure de cobalt et de cyanure de nickel, qui peut d'ailleurs être mélangé de nickel, si le nickel prédomine.

785. L'*hydrogène sulfuré* ne précipite pas les solutions des sels de cobalt, additionnées d'un acide fort, mais il précipite tout le cobalt en présence d'un acétate alcalin.

786. Le *sulfhydrate d'ammoniaque* précipite du sulfure de cobalt noir, insoluble dans un excès de réactif, insoluble dans l'acide chlorhydrique dilué, fort peu soluble dans l'eau régale.

Au chalumeau (131).

787. Avec le carbonate de soude sur le charbon, les sels de cobalt se réduisent en une poudre grise et magnétique, qui est du cobalt métallique (261) (267).

La moindre parcelle d'un sel de cobalt colore en bleu une perle de borax ou de sel de phosphore fondue sur le fil de platine ; lorsque le sel est abondant, le verre prend une couleur si foncée qu'il paraît noir.

788. ANTIMOINE et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ DANS L'EAU.	PRÉPARATION.
ANTIMOINE.....	Blanc gris...	.....	(789) (790).
PROTOXYDE *hydraté*.	Blanc.....	Insoluble.....	Protochlorure d'antimoine, eau et carbonate de soude (309).
PROTOXYDE *anhydre*.	Blanc.....	Insoluble.....	Fondre l'antimoine à l'air (792). Calciner l'hydrate de protoxyde en vase clos (129).
ACIDE ANTIMONIEUX.	Blanc.....	Insoluble	Antimoine et acide nitrique (793).
ACIDE ANTIMONIQUE.	Jaune clair..	Insoluble.....	Antimoine et eau régale (794).
PROTOCHLORURE....	Grisâtre.....	Se décompose (*soluble dans l'acide*).	Antimoine et eau régale (312).
OXYCHLORURE.....	Blanc.....	Insoluble.....	Protochlorure d'antimoine et eau.
PERCHLORURE.....	Blanc.....	Se décompose (*soluble dans l'acide*).	Sulfure d'antimoine et acide hydrochlorique (795).
SULFURE.....	Rouge brun.	Insoluble.....	Protochlorure d'antimoine. Acide hydrosulfurique (796). ou hydrosulfate d'ammon. (309).
SULFATE	Blanc.....	Insoluble.....	Protochlorure d'antimoine et sulfate de soude (309).
ARSÉNIATE.....	Blanc.....	Insoluble.....	Protochlorure d'antimoine et arséniate de soude (309).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

789. *Extraction de l'antimoine* (267). — 1° L'antimoine s'extrait par un traitement convenable du sulfure d'antimoine, minéral assez abondamment répandu dans la nature. Faites un mélange intime d'un demi-gramme de limaille fine de fer et 1 gramme de sulfure d'antimoine pulvérisé; remplissez-en à moitié seulement un petit creuset d'argile que vous fermerez, et chauffez-le (122) à la forge. La chaleur doit être faible d'abord, puis poussée peu à peu jusqu'au rouge blanc, qu'on maintiendra ainsi pendant cinq minutes; laissez refroidir, cassez le creuset, et vous retirerez un culot bien fondu d'anti-

moine métallique : si l'expérience est bien faite, ce culot sera complétement isolé de la masse noire de sulfure de fer qui le recouvre supérieurement. Le fer s'est uni au soufre avec lequel il forme un sulfure très-fusible.

790. 2° Chauffez avec précaution sur une capsule en verre un peu de sulfure d'antimoine en poudre, en remuant sans cesse avec une baguette. Il se dégage une fumée blanche, sentant fortement l'acide sulfureux ; il faut se garder de fondre le sulfure, qui est très-fusible ; si cela arrivait, il faudrait le retirer du feu et le pulvériser. A mesure que le grillage avance, la matière est moins fusible ; elle devient grisâtre, puis enfin jaune sale ; on peut alors la chauffer plus fortement, l'opération sera terminée quand il ne se dégagera plus de vapeurs. Le sulfure est ainsi converti en acide antimonieux. Introduisez-le dans un creuset d'argile brasqué, et chauffez-le fortement à la forge : vous retirerez un culot métallique d'antimoine. L'antimoine nous sert à préparer tous les composés de ce métal ; il faut se le procurer chez le fabricant de produits chimiques (2).

791. *Alliages.* — Faites fondre (122) à la forge, dans un creuset d'argile fermé, 2 grammes d'étain et 1 gramme d'antimoine, vous obtiendrez un alliage blanc d'argent, cassant, connu sous le nom de *métal d'Alger*.

Faites fondre également 2 grammes d'antimoine et 8 grammes de plomb, vous aurez l'alliage qui sert à faire les caractères d'imprimerie.

792. Le *protoxyde anhydre d'antimoine* est volatil. Faites fondre sur le charbon, dans la flamme intérieure du chalumeau, un gros grain d'antimoine. Vous le verrez répandre d'épaisses vapeurs blanches de protoxyde. Laissez le globule métallique se figer lentement dans l'air, et après le refroidissement il sera couvert d'un réseau d'aiguilles cristallines et déliées de protoxyde d'antimoine.

793. L'*acide antimonieux* est fixe, infusible, indécomposable par la chaleur. Chauffez avec la lampe-veilleuse dans une capsule en verre 1 gramme d'antimoine bien pulvérisé et 6 grammes d'acide nitrique. L'action a lieu bientôt avec grand déga-

gement d'acide nitreux ; tout le métal disparaît et donne lieu à une masse blanche : cette matière chauffée fortement dans la capsule avec la lampe à alcool dégage encore de l'acide nitreux et donne de l'acide antimonieux.

794. L'*acide antimonique* est fixe, infusible et décomposable par la chaleur en acide antimonieux, avec dégagement d'oxygène : mettez dans une capsule de verre un peu grande 1 gramme d'antimoine en poudre, 3 grammes d'acide nitrique et 3 grammes d'acide hydrochlorique ; il se fait une violente effervescence, et des torrents d'acide nitreux se dégagent ; remuez sans cesse avec une baguette. Quand l'effervescence a cessé, ajoutez 2 grammes d'acide nitrique et 2 grammes d'acide hydrochlorique : une nouvelle effervescence a lieu ; chauffez modérément à la lampe-veilleuse : tout le métal se dissout, et il se dépose une poudre blanche, qui est de l'acide antimonique ; faites évaporer le tout presque à siccité, mais à une chaleur modérée et sans aller à une siccité parfaite ; ajoutez ensuite de l'eau de manière à remplir la capsule ; agitez, broyez bien la poudre, jetez sur un filtre, lavez à grande eau jusqu'à ce que celle-ci passe insipide, et séchez enfin à une très-légère chaleur.

795. *Perchlorure d'antimoine.* — Mettez dans une capsule en verre un peu grande 1 gramme de sulfure d'antimoine naturel et 5 grammes d'acide hydrochlorique ; il se fait un grand boursouflement et de l'hydrogène sulfuré se dégage. Quand la réaction a cessé, ajoutez 5 grammes d'acide hydrochlorique, et l'effervescence recommence ; quand elle a cessé et que la liqueur est un peu rapprochée, ajoutez encore 5 grammes d'acide hydrochlorique, nouvelle effervescence, et la liqueur, de noire qu'elle était, devient limpide, et tout le sulfure est dissous. Évaporez jusqu'à consistance un peu sirupeuse, et par refroidissement il se déposera des écailles soyeuses de perchlorure. Il faut nécessairement faire cette opération sous une cheminée.

796. Le *sulfure d'antimoine* est un produit naturel ; il faut se le procurer chez le fabricant de produits chimiques (2).

797. CARACTÈRES DES SELS D'ANTIMOINE.

Par voie humide.

798. La *potasse*, l'*ammoniaque* et les *carbonates alcalins* produisent dans la solution des sels d'antimoine simples un précipité blanc, volumineux, fort soluble dans la potasse, insoluble dans l'ammoniaque, soluble à chaud dans les carbonates alcalins.

799. L'*hydrogène sulfuré* précipite fort incomplétement les sels d'antimoine neutres ou alcalins ; mais il les précipite entièrement, dans les solutions acides, sous la forme de sulfure d'antimoine, de couleur orangée, aisément soluble dans la potasse et dans les sulfures alcalins, surtout persulfurés. Ce précipité se dissout également dans l'acide chlorhydrique concentré et bouillant, avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

Plongez dans une dissolution d'un sel d'antimoine une lame de fer, de zinc ou d'étain, et l'antimoine se précipite à l'état métallique, sous forme d'une poudre noire : cette poudre est pyrophorique et s'enflamme à l'air, même par la dessiccation à une douce chaleur.

Au chalumeau (131).

800. Les sels d'antimoine, les sulfures exceptés, chauffés sur le charbon avec du carbonate de soude ou du cyanure de potassium (261) (267) dans la flamme intérieure, se réduisent en petits grains cassants d'antimoine, qui, une fois fondu, dégage pendant longtemps une épaisse fumée blanche, sans qu'on ait besoin de chauffer de nouveau. Dès que cette fumée cesse, le globule métallique refroidi s'enveloppe d'un réseau de cristaux de protoxyde d'antimoine.

La flamme extérieure du chalumeau est colorée en bleu foncé par l'antimoine.

801. CUIVRE et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
CUIVRE.....	Rouge.....	.....	(802).
PROTOXYDE *hydraté*.	Orange.....	Insoluble.....	Protochlorure de cuivre et potasse (310 *bis*).
PEROXYDE *hydraté*..	Bleu, *verdit*.	Insoluble.....	Pernitrate de cuivre et potasse (310 *bis*).
PEROXYDE *anhydre*..	Noir.....	Insoluble.....	Calciner le pernitrate de cuivre (129).
PROTOCHLORURE....	Blanc.....	Très-peu soluble (*soluble dans l'acide*).	Limaille de cuivre et acide hydrochlorique bouillant (*instable*) (312).
PERCHLORURE.....	Vert.....	Déliquescent...	Percarbonate de cuiv. et acide hydrochlorique (305).
PROTOSULFURE.....	Brun.....	Insoluble.....	Protochlorur. de cuivre. { Hydrosulfate d'ammouiaq. (309), ou acide hydrosulfuriq. (309)
PERSULFURE.....	Brun.....	Insoluble.....	Persulfate de cuivre et acide hydrosulfurique (306).
PERSULFATE.....	Bleu.....	25 p. à 12°....	{ Percarbonate de cuivre ou cuivre, { acide sulfuriq. (305) (312).
PERNITRATE.....	Bleu.....	Déliquescent...	Cuivre et acide nitrique (312).
PROTOCARBONATE...	Orange..... *bleuit*.	Insoluble.....	Protochlorure de cuivre et carbonate de soude (*instable*) (309).
PERCARBONATE.....	Bleu, *verdit*.	Insoluble.....	{ Pernitrate de cuivre et carbonate de soude (*à froid, sans le contact de l'air*) (309).
	Vert, *brunit*.	Insoluble.....	Pernitrate de cuivre et carbonate de soude (*à chaud*) (309)
PERPHOSPHATE.....	Vert bleuâtre	Insoluble.....	Pernitrate de cuivre et phosphate de soude (309).
PERARSÉNIATE.....	Bleu clair...	Insoluble.....	Pernitrate de cuivre et arséniate de soude (309).
PERARSÉNITE.....	Vert.....	Insoluble.....	Persulfate de cuivre et arsénite de potasse (804).
PEROXALATE.....	Vert bleuâtre	Insoluble.....	Pernitrate de cuivre, bi-oxalate de potasse (309).
PERACÉTATE.....	Vert bleuâtre	20 p. à 100°...	Peroxyde hydraté du cuivre et acide acétique (308).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

302. *Cuivre.* — Chauffez (261) (267) sur le charbon au feu de réduction du chalumeau un grain de carbonate de cuivre naturel ou d'oxyde de cuivre, vous obtiendrez après une forte insufflation un globule métallique et brillant de cuivre fondu. On facilite la réduction en ajoutant du carbonate de soude.

303. *Alliages du cuivre* (122). — Mettez dans un creuset d'argile les mélanges ci-après de cuivre et de zinc coupés en menus morceaux, ou mieux en limaille, en ayant le soin de placer le zinc en dessous et le cuivre par-dessus; couvrez le tout de charbon humide en poudre bien tassée; placez le couvercle du creuset, lutez-le avec soin et chauffez fortement à la forge pendant dix minutes : vous obtiendrez les différents alliages dits *laitons*, sous formes de culot bien fondu. En laissant complétement refroidir, le métal éprouve un retrait qui permet de le détacher sans briser le creuset.

0g7 cuivre,
0,3 zinc.

Culot tenace, ductile, malléable, d'une belle couleur jaune c'est le *laiton* ordinaire, avec lequel on fabrique des ustensiles.

0g8 cuivre, 0,2 zinc. } ou { 0g9 cuivre, 0,1 zinc.

Culot ductile, malléable, d'une belle couleur jaune d'or; c'est le *chrysocale* ou *similor*.

Faites fondre de la même manière les mélanges suivants de cuivre et d'étain, et vous obtiendrez les différents *bronzes ;* il faut placer le cuivre au fond du creuset et l'étain par-dessus.

0g9 cuivre,
0,1 étain.

Culot malléable, jaunâtre : c'est le *métal des canons*.

0g8 cuivre,
0,2 étain.

Culot jaunâtre, cassant; c'est le métal des cloches, des cymbales, du tamtam

0g7 cuivre,
0,3 étain.

Culot jaunâtre, cassant : c'est le métal des miroirs de télescopes.

804. L'*arsénite de cuivre* fournit une belle couleur verte, connue sous le nom de *vert de Schéele*. Dissolvez à chaud dans une capsule 2 grammes de persulfate de cuivre en poudre avec 10 grammes d'eau ; dans une autre capsule, dissolvez à chaud 2 grammes de potasse dans 5 grammes d'eau, et versez-y 1 gramme d'acide arsénieux en poudre ; par l'agitation, celui-ci se dissoudra complétement et formera de l'arsénite de potasse. Dans cette dernière solution tiède, versez peu à peu, en agitant sans cesse, la première solution de persulfate de cuivre tiède aussi ; il se forme un précipité abondant, vert-pomme, d'arsénite de cuivre : lavez-le sur un filtre et séchez-le rapidement, parce que, étant humide, il s'altère à l'air.

805. CARACTÈRES DES SELS DE CUIVRE.

Par voie humide.

806. La *potasse* donne un précipité bleu clair d'hydrate de cuivre, insoluble dans un excès de potasse, et qui noircit par l'ébullition en se transformant en oxyde.

807. L'*ammoniaque* donne un précipité vert ou bleu verdâtre de sous-sel, qui se redissout aisément dans un excès d'ammoniaque, avec une belle couleur bleu foncé.

808. Le *carbonate de potasse* ou *de soude* donne un précipité bleu verdâtre de sous-carbonate de cuivre, insoluble dans un excès de réactif, et qui noircit par l'ébullition. Le *carbonate d'ammoniaque* produit le même précipité, mais celui-ci se redissout dans un excès de carbonate d'ammoniaque, avec une couleur bleu foncé, comme dans l'ammoniaque caustique.

809. L'*hydrogène sulfuré* et le *sulfhydrate d'ammoniaque* donnent, même dans les liqueurs acides, un précipité noir de sulfure de cuivre, insoluble dans les sulfures de potassium et de sodium ; mais ce précipité est légèrement soluble dans le sulfhydrate d'ammoniaque et il se dissout entièrement dans le cyanure de potassium. L'acide nitrique bouillant le décompose et le dissout également avec facilité. Lorsque les dissolutions cuivriques contiennent un excès d'un acide minéral concentré,

elles ne précipitent l'hydrogène sulfuré qu'après avoir été étendues d'eau.

810. Le *ferrocyanure de potassium* donne même dans des liqueurs fort étendues, un précipité marron de ferrocyanure de cuivre, insoluble dans les acides dilués, mais décomposable par la potasse.

Dans la dissolution d'un sel de cuivre légèrement acide plongez une lame de fer bien décapée; le cuivre se précipitera aussitôt sous forme de particules rouges brillantes. Des traces même très-faibles de cuivre sont précipitées de leur dissolution par du fer poli, qui se recouvre d'une pellicule de cuivre rouge. C'est ainsi qu'on découvre ce métal dans les cornichons, auxquels on donne à tort et trop souvent leur belle couleur verte en les laissant digérer dans un vase de cuivre; à cet effet, décapez avec soin une lame de couteau en la frottant avec du grès à l'aide d'un bouchon; fixez-la par incision dans un cornichon; maintenez-la ainsi pendant un jour plongée dans de l'eau un peu vinaigrée, et au bout de ce temps vous la verrez fortement colorée en rouge, par le dépôt d'une pellicule de cuivre.

Une baguette de zinc métallique précipite le cuivre de ses dissolutions, sous la forme d'un enduit noir.

Au chalumeau (131).

811. Une perle de borax ou de sel de phosphore fondue sur le fil de platine se colore, par l'addition d'un sel de cuivre, en vert dans la flamme extérieure, et en rouge brun sale dans la flamme intérieure. Quand la quantité de sel de cuivre est très-faible, la couleur rouge brun se manifeste aisément par une addition d'étain; il faut dans ce dernier cas opérer sur le charbon.

Mêlés avec du carbonate de soude et chauffés dans la flamme intérieure sur du charbon, les sels de cuivre se réduisent. Les moindres traces se reconnaissent de cette manière, après qu'on a enlevé le charbon par la lévigation, à la couleur rouge qui caractérise le cuivre (261) (267).

La flamme intérieure du chalumeau est colorée en beau vert par presque tous les composés de cuivre.

812. PLOMB et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
PLOMB	Blanc	.....	(813).
PROTOXYDE *hydraté*	Blanc	Insoluble	Nitrate de plomb et ammoniaque (310 *bis*).
PROTOXYDE *anhydre* (*ou litharge*)	Jaune	Insoluble	Fondre le plomb à l'air (815).
DEUTOXYDE	Rouge	Insoluble	Calciner légèrement à l'air le protoxyde anhydre de plomb (816).
PEROXYDE	Brun	Insoluble	Deutoxyde de plomb et acide nitrique (817).
CHLORURE	Blanc	Très-peu soluble.	Nitrate de plomb et sel marin (309).
OXYCHLORURE	Jaune	Insoluble	Sel marin, litharge et eau (818).
SULFURE	Noir	Insoluble	Nitrate de plomb et acide hydrosulfurique (306).
IODURE	Jaune	Peu soluble	Nitrate de plomb et iodure de potassium (819) (309).
NITRATE	Blanc	15 p. à 12°	Carbonate de plomb et acide nitrique (821) (305).
SULFATE	Blanc	Insoluble	Nitrate de plomb et sulfate de soude (309).
CARBONATE	Blanc	Insoluble	Sous-acétate de plomb et carbonate de soude (820) (309).
PHOSPHATE	Blanc	Insoluble	Nitrate de plomb et phosphate de soude (309).
ARSÉNIATE	Blanc	Insoluble	Nitrate de plomb et arséniate de soude (309).
OXALATE	Blanc	Insoluble	Nitrate de plomb et bi-oxalate de potasse (309).
ACÉTATE NEUTRE	Blanc	Très-soluble	Litharge et acide acétique en excès (308) (822).
BORATE	Blanc	Insoluble	Nitrate de plomb et borate de soude (309).
CHROMATE	Jaune	Insoluble	Nitrate de plomb et chromate de potasse neutre (309) (823).
SOUS-CHROMATE	Rouge	Insoluble	Nitrate de plomb et chromate de potasse alcalin (309).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

813. *Extraction du plomb.* — Le plomb s'extrait du sulfure

de plomb naturel ou *blende*. Faites un mélange intime d'un gramme sulfure de plomb pulvérisé et 0g30 limaille de fer : remplissez-en à moitié seulement un creuset de terre et chauffez (122) pendant cinq minutes à la forge ou au chalumeau : vous obtiendrez un culot de plomb net et bien détaché de la masse de sulfure de fer qui le recouvre.

En chauffant dans un creuset d'argile brasqué (117) de la litharge, du minium, du massicot, de la céruse, vous obtiendrez très-facilement un culot de plomb.

Chauffez directement sur le charbon, dans la flamme désoxydante du chalumeau, le sulfure de plomb, la litharge, le minium, le massicot et la céruse : ils se réduisent en un globule de plomb métallique.

314. *Cristallisation.* — On connaît sous le nom d'*arbre de Saturne* une belle cristallisation du plomb. Achetez chez le fabricant du sous-acétate de plomb (2); dissolvez-en 10 grammes dans 200 grammes d'eau ; filtrez la liqueur, qui est trouble, et recevez-la dans une grande fiole. Dans cette liqueur, vous suspendrez ou une lame de zinc, roulée sur elle-même, ou mieux une balle de zinc, à l'aide d'un fil fixé dans le bouchon qui ferme la fiole. Après un temps convenable, un mois entier, celle-ci sera presque remplie de beaux cristaux brillants de plomb gris d'acier, groupés autour du zinc et s'allongeant en feuilles de fougère.

315. Le *protoxyde anhydre de plomb* est très-fusible, il est connu sous le nom de *litharge*.

316. Le *deutoxyde de plomb* fournit une belle couleur rouge à la peinture, c'est le *minium ;* la chaleur le décompose en protoxyde de plomb et oxygène.

317. Le *peroxyde de plomb* est très-facile à décomposer par la chaleur en protoxyde et en oxygène : calcinez-en un peu dans un tube fermé, et vous reconnaîtrez ce dernier gaz. Il s'obtient en faisant digérer à froid le minium dans l'acide nitrique ; il se forme du protonitrate et du peroxyde ; on sépare le premier par des lavages.

318. L'*oxychlorure de plomb* fournit à la peinture une belle

couleur, connue sous le nom de *jaune minéral ;* faites une pâte avec 1 gramme de sel marin, 4 grammes d'eau et 4 grammes de litharge, et agitez continuellement en ajoutant de l'eau à mesure que la matière s'épaissit ; elle devient blanche peu à peu, et, au bout de vingt-quatre heures, on a de la soude en dissolution et un oxychlorure hydraté de plomb en poudre blanche : lavez-le parfaitement sur un filtre, faites-le sécher et fondre ensuite au chalumeau dans un double creuset de terre bien propre et bien fermé, loin du contact de tout corps combustible. Vous en retirerez une masse d'un beau jaune.

819. L'*iodure de plomb* préparé par double décomposition et bien lavé sera projeté encore humide dans l'eau bouillante, qui le dissout sensiblement ; par le refroidissement, il cristallisera en écailles micacées de couleur d'or très-belle et inaltérable.

820. Le *carbonate de plomb* fournit à la peinture une belle couleur blanche, connue sous le nom de *céruse :* celle de Clichy est parfaitement pure. C'est avec la céruse que vous préparerez tous les sels de plomb ; vous l'achèterez chez le fabricant (2).

821. Le *nitrate de plomb* sera préparé avec soin ; il nous sert dans quelques expériences.

822. Les *acétates de plomb,* connus sous les noms de *sel, sucre* et *extrait de Saturne,* s'obtiennent dans les arts en dissolvant de la litharge dans de l'acide acétique ou vinaigre : cette dissolution se fait lentement et à l'aide d'une douce chaleur. Vous pouvez l'acheter chez le fabricant (2). La dissolution dans l'eau distillée nous servira de réactif.

823. Les *chromates de plomb* donnent de belles couleurs à la peinture.

824. CARACTÈRES DES SELS DE PLOMB.

Par voie humide.

825. La *potasse* produit, dans les sels de plomb, un précipité blanc d'hydrate de plomb, soluble dans un excès de potasse.

826. L'*ammoniaque* donne un précipité blanc de sous-sel, insoluble dans un excès d'ammoniaque; toutefois, elle ne précipite pas l'acétate de plomb, le sous-acétate de plomb étant soluble dans l'eau.

827. Les *carbonates alcalins* donnent un précipité blanc de carbonate de plomb, insoluble dans un excès de carbonate alcalin, mais soluble dans la potasse caustique, surtout à chaud.

828. L'*hydrogène sulfuré* et le *sulfhydrate d'ammoniaque* produisent un précipité noir de sulfure de plomb, insoluble dans les acides étendus, les alcalis et les sulfures alcalins. L'acide nitrique concentré et bouillant dissout ce précipité en le transformant en nitrate de plomb et en soufre; si l'on maintient l'ébullition, le soufre s'oxyde et passe à l'état d'acide sulfurique qui précipite le nitrate de plomb, nouvellement formé. Lorsqu'on traite par le sulfure d'hydrogène une solution plombique contenant beaucoup d'acide chlorhydrique, il se produit d'abord un précipité semblable à du sulfure d'antimoine, et qui ne devient noir que par l'action d'un grand excès d'hydrogène sulfuré.

829. L'*acide sulfurique* et les *sulfates solubles* donnent un précipité blanc de sulfate de plomb, peu soluble dans l'acide nitrique dilué, soluble dans l'acide chlorhydrique concentré et bouillant, et fort soluble dans le tartrate d'ammoniaque.

830. Lorsque les liqueurs sont très-étendues et fort acides, la précipitation des sels de plomb, par l'acide sulfurique ne se fait pas toujours immédiatement. Dans tous les cas, il convient d'employer un excès d'acide sulfurique, le sulfate de plomb étant beaucoup moins soluble dans l'acide sulfurique que dans l'eau pure. La présence de sels ammoniacaux, surtout du sulfate d'ammoniaque, peut empêcher en partie, et même entièrement, la précipitation des sels de plomb par l'acide sulfurique.

831. L'*acide chlorhydrique* et les *chlorures solubles* produisent un précipité blanc et cristallin de chlorure de plomb, insoluble dans l'ammoniaque, soluble dans l'eau bouillante.

832. L'*iodure de potassium* donne un précipité jaune d'iodure de plomb.

833. Le *chromate de potasse* donne un précipité jaune de

chromate de plomb, soluble dans la potasse caustique, et peu soluble dans l'acide nitrique dilué.

834. Lorsqu'on place une lame de *zinc* ou de fer dans la solution d'un sel de plomb, elle le réduit à l'état de paillettes métalliques brillantes (arbre de Saturne).

Au chalumeau (131).

835. Les sels de plomb mêlés avec du carbonate de soude se réduisent très-facilement sur le charbon à la flamme intérieure en grains de plomb métallique, qui s'aplatissent sous le marteau et ne sont point cassants, tandis que le charbon se couvre d'un enduit jaune.

La flamme extérieure du chalumeau est colorée en bleu de ciel intense par le plomb.

836. BISMUTH et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ DANS L'EAU.	PRÉPARATION.
BISMUTH.....	.....	.....	(837).
PROTOXYDE *hydraté*.	Blanc.....	Insoluble.....	Nitrate acide de bismuth et ammoniaque (310 *bis*).
PROTOXYDE *anhydre*.	Jaune	Insoluble	Calciner le nitrate de bismuth (129).
CHLORURE.....	Blanc.....	Se décompose (*soluble dans l'acide*).	Protoxyde hydraté de bismuth et acide hydrochlorique (308).
SOUS-CHLORURE	Blanc.....	Insoluble.....	Chlorure acide de bismuth et eau.
SULFURE.....	Noir.....	Insoluble.....	Nitrate acide de bismuth et acide hydrosulfurique (306).
IODURE.....	Brun marron.	Insoluble.....	Nitrate acide de bismuth et iodure de potassium (309).
NITRATE.....	Blanc.....	Se décompose (*soluble dans l'acide*).	Bismuth et acide nitrique (839).
SOUS-NITRATE	Blanc.....	Insoluble.....	Nitrate acide de bismuth et eau.
SULFATE	Blanc.....	Se décompose (*soluble dans l'acide*).	Bismuth, acide sulfurique et acide nitrique (312).
SOUS-SULFATE.....	Blanc.....	Insoluble.....	Sulfate acide de bismuth et eau.
PHOSPHATE	Blanc.....	Insoluble.....	Nitrate acide de bismuth et phosphate de soude (309).
ARSÉNIATE.....	Blanc.....	Insoluble,.....	Nitrate acide de bismuth et arséniate de soude (309).
OXALATE	Blanc.....	Insoluble	Nitrate acide de bismuth et bi-oxalate de potasse (309).
CHROMATE	Jaune.....	Insoluble.....	Nitrate acide de bismuth et chromate de potasse (309).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

837. Le *bismuth* existe à l'état métallique dans la nature; on l'extrait par simple fusion du minerai qui le contient. Vous achèterez ce métal chez le fabricant de produits chimiques (2)

838. *Alliages de bismuth.* Faites fondre (122) au chalumeau,

dans un creuset en terre brasqué et fermé, les mélanges suivants :

0g4 bismuth,
1,0 plomb.

Alliage blanc-gris, très-ductile et très-malléable.

1g0 bismuth,
0,5 plomb,
0,5 étain.

Cet alliage fond dans l'eau bouillante.

839. Le *nitrate de bismuth* sert à faire le blanc de fard. Dissolvez 1 gramme de bismuth en poudre dans de l'acide nitrique un peu étendu d'eau ; la réaction est prompte et se fait à froid ; le métal se dissout tout entier : étendez d'eau la dissolution, et il se précipitera un sous-nitrate insoluble, d'une belle couleur blanche, qui, lavé et séché, constitue le *blanc de fard.*

840. CARACTÈRES DES SELS DE BISMUTH.

Par voie humide.

841. La *potasse* et l'*ammoniaque* produisent dans la solution des sels de bismuth un précipité blanc d'hydrate ou de sous-sel bismuthique, insoluble dans un excès de précipitant.

842. Les *carbonates alcalins* donnent un précipité blanc de carbonate de bismuth, insoluble dans un excès de précipitant.

843. L'*hydrogène sulfuré* et le *sulfhydrate d'ammoniaque* produisent un précipité noir de sulfure de bismuth, insoluble dans les acides étendus, les alcalis, les sulfures alcalins et le cyanure de potassium. L'acide nitrique concentré et bouillant décompose et dissout aisément ce précipité.

844. Le *chromate de potasse* donne un précipité jaune de chromate de bismuth ; celui-ci est insoluble dans la potasse, et soluble dans l'acide nitrique dilué, ce qui le distingue du chromate de plomb.

Une lame de fer, de zinc ou d'étain, plongée dans la dissolu-

tion d'un sel de bismuth, en précipite, même quand elle est devenue laiteuse par de l'eau qu'on y a versée, le bismuth à l'état métallique, sous forme d'une masse spongieuse noire.

Au chalumeau (131).

845. Mêlés avec du carbonate de soude sur le charbon, les sels de bismuth se convertissent très-aisément dans la flamme intérieure en grains métalliques, qui sont cassants et se brisent sous le marteau, tandis que le charbon se couvre d'un enduit jaune (267 *bis*).

846. MERCURE et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
MERCURE.....	Blanc.....	....	(847).
PROTOXYDE.....	Noir.....	Insoluble.....	Protonitrate de mercure et potasse (310 *bis*).
PEROXYDE	Rouge.....	Presque insoluble.....	Calciner le pernitrate de mercure (843).
PROTOCHLORURE....	Blanc.....	Presque insoluble.....	Mercure et perchlorure de mercure (849). Protosulfate de mercure et sel marin (850).
PERCHLORURE.....	Blanc	6 p. à 12°.....	Mercure et eau régale (852). Persulfate de mercure, sel marin, peroxyde de manganèse (851) (852).
PROTOSULFURE.....	Noir.....	Insoluble.....	Protonitrate de mercure et acide hydrosulfurique (306).
PERSULFURE.....	Rouge.....	Insoluble.....	Mercure, soufre, potasse et eau (853).
PERIODURE..... ...	Rouge.....	Insoluble.....	Perchlorure de mercure et iodure de potassium (309).
CYANURE.....	Blanc.....	Soluble.....	Peroxyde de mercure et bleu de Prusse (856).
PROTONITRATE.....	Blanc.....	Soluble (*dans l'acide*).....	Mercure en excès et acide nitrique (*sans le contact de l'air*) (312).
PERNITRATE.....	Blanc.....	Soluble (*dans l'acide*).....	Mercure et acide nitrique en excès (312).
PROTOSULFATE	Blanc.....	Peu soluble....	Mercure en excès et acide sulfurique (857).
PERSULFATE	Blanc.....	Soluble (*dans l'acide*).....	Mercure et acide sulfurique en excès (858).
PERPHOSPHATE	Blanc.....	Insoluble.....	Perchlorure de mercure et phosphate de soude (309).
PERARSÉNIATE.....	Blanc.....	Insoluble.....	Perchlorure de mercure et arséniate de soude (309).
PROTOCHROMATE....	Rouge.....	Insoluble.....	Protonitrate de mercure et chromate de potasse (859) (309).
FULMINATE.....	Blanc.....	Insoluble.....	Mercure, alcool, acide nitrique (855).
PEROXALATE	Blanc.....	Insoluble.....	Perchlorure de mercure et bi-oxalate de potasse (309).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

347. *Extraction du mercure.* — Faites un mélange intime à volumes égaux de carbonate de soude et de sulfure de mercure naturel ou artificiel, préalablement desséché et pulvérisé; introduisez-le dans un petit tube de verre fermé à un bout (89), et chauffez au rouge, soit à la lampe à alcool, soit au chalumeau : bientôt des globules de mercure volatilisés tapisseront l'intérieur du tube.

Traitez de même un mélange de chaux et de sulfure de mercure, vous obtiendrez également des globules métalliques.

348. *Peroxyde de mercure.* — Mettez dans une capsule 1 gramme de mercure et 2 grammes d'acide nitrique, et chauffez légèrement. La réaction est très-vive : du gaz nitreux se dégage en abondance, la liqueur s'éclaircit et le mercure se dissout; en évaporant à siccité, vous obtiendrez une masse blanche de pernitrate de mercure; réduisez-la en poudre et chauffez assez fortement dans une capsule en verre avec la lampe à alcool, en ayant le soin de la remuer sans cesse avec une baguette en verre. Le pernitrate se décompose en dégageant de l'acide nitreux, et passe successivement du jaune au rouge, puis au noir : à ce point, s'il ne se dégage plus d'acide nitreux, retirez le feu ; le peroxyde, d'abord noir, passe en se refroidissant au rouge vif, au rouge jaune, puis au jaune orangé.

Calcinez dans un tube fermé (89) quelque peu de cet oxyde, il se dégagera de l'oxygène, que vous reconnaîtrez à ses propriétés, et il restera dans le tube du mercure métallique.

349. *Protochlorure de mercure.* — 1° Broyez intimement dans le mortier 1 gramme de mercure et 1gr30 de perchlorure de mercure; quand l'extinction du mercure est parfaite, introduisez le mélange dans une grande fiole bien sèche, que vous fermerez imparfaitement avec un bouchon et que vous placerez horizontalement sur le support carré, en ayant le soin de rassembler la matière dans le ventre de la fiole, chauffez légèrement d'abord avec la lampe à alcool, et la fiole se tapissera intérieurement de cristaux en aiguilles de protochlorure de mercure.

350. 2° Faites un mélange intime de 1 gramme de proto-

sulfate de mercure bien sec, avec 5 grammes de sel marin, et chauffez comme ci-dessus dans une grande fiole : vous obtiendrez des cristaux de protochlorure de mercure.

851. *Perchlorure de mercure.* — 1° Faites dans le mortier un mélange de 1 gramme persulfate de mercure, 2 grammes sel marin, et 2 grammes peroxyde de manganèse, le tout bien sec et pulvérisé; chauffez-le comme ci-dessus dans une grande fiole, et vous recueillerez des cristaux en aiguilles de perchlorure de mercure. Il est nécessaire de ménager la chaleur.

852. 2° Dissolvez 1 gramme de mercure dans l'eau régale, et vous obtiendrez par une évaporation convenable des cristaux de perchlorure.

853. Le *persulfure de mercure* est cette belle couleur rouge connue sous le nom de *vermillon* ou *cinabre*. Mélangez intimement dans un mortier 1 gramme de mercure et 0gr4 de fleur de soufre, en ayant le soin d'humecter bien légèrement avec une dissolution de potasse. Cette préparation est fort longue et doit être prolongée jusqu'à ce que la couleur du soufre ait disparu, et que la masse soit tout à fait noire ; elle dure au moins deux heures. Le sulfure de mercure ainsi fait à froid, noir et bien homogène, sera délayé sur une capsule dans un demi-gramme d'eau tenant en solution un demi-gramme de potasse caustique. Chauffez alors très-légèrement, en plaçant à une grande distance la lampe-veilleuse, et remuez sans cesse avec une baguette de verre. Si vous chauffez trop ou si vous cessez de remuer, la liqueur passe au noir : chauffez donc très-légèrement et remuez sans cesse le tout pendant une heure. Comme l'eau s'évapore, il faut avoir le soin de la remplacer de manière à conserver au liquide sa consistance première. La matière, d'abord noire, passe lentement au vert, au rouge terne, et enfin au rouge vif; retirez alors le feu ; ajoutez un peu d'eau, si la matière n'est pas en pâte liquide ; laissez-la refroidir; puis, après quelques heures d'attente, lavez largement, et faites sécher à une douce chaleur. Le vermillon ainsi préparé avec soin a une belle couleur rouge vif.

854. Les *nitrates* et *sulfates* de mercure sont décomposés

par l'eau en *sous-nitrate* et *sous-sulfate* insolubles, qui se précipitent.

355. *Fulminate de mercure.* — Mettez 1 gramme de mercure dans une capsule avec 12 grammes d'acide nitrique et laissez le métal se dissoudre à froid ; ajoutez ensuite 14 grammes d'alcool : il ne se fait rien, mais en chauffant légèrement, il se produit une très-vive effervescence, se dégage beaucoup d'acide nitreux ; puis tout s'apaise, et il se dépose, en continuant à chauffer, une poussière cristalline blanche. Continuez à chauffer presque jusqu'à siccité, mais sans aller à ce point, dans la crainte d'explosion ; étendez d'eau ; filtrez, lavez avec la bouteille (178), puis faites sécher à une très-douce chaleur. Ce fulminate détone par la chaleur et le choc.

356. *Cyanure de mercure.* — Pulvérisez ensemble 10 grammes bleu de Prusse et 5 grammes peroxyde rouge de mercure ; mettez ce mélange dans une capsule avec 50 grammes d'eau, et faites bouillir pendant une demi-heure au moins, en ayant le soin de remplacer l'eau évaporée ; filtrez, lavez bien le précipité ; et les eaux, réunies et concentrées convenablement, donneront des cristaux en aiguilles blanches déliées et soyeuses de cyanure de mercure.

357. *Protosulfate de mercure.* — Mettez dans une capsule 2 grammes de mercure, 2 grammes d'acide sulfurique et 2 grammes d'eau, et chauffez modérément : le métal se dissout peu à peu, et de l'acide sulfureux se produit en abondance. Quand il ne se dégagera plus de gaz, retirez le feu, enlevez le globule de mercure qui reste, parce que ce métal est en excès ; lavez sur un filtre le protosulfate de mercure qui s'est précipité en poudre blanche, et faites sécher doucement.

358. *Persulfate de mercure.* — Mettez dans une capsule 1 gramme de mercure et 2 grammes acide sulfurique, et chauffez modérément : une partie de l'acide se décompose pour fournir de l'oxygène au métal, et l'autre se combine à l'oxyde, à mesure qu'il se forme. Il se dégage du gaz sulfureux, et il se forme du sulfate de peroxyde de mercure, qui finit par faire un magma blanc très-épais. Il se dégage du gaz sulfureux en si grande

abondance, qu'il faut s'en garantir en opérant sous une cheminée. Continuez à chauffer tant qu'il se dégage du gaz sulfureux ; quand la matière sera presque sèche, ajoutez encore 1 gramme d'acide sulfurique et chauffez de nouveau jusqu'à siccité : le persulfate de mercure sera obtenu sous forme de poudre blanche.

859. *Le protochromate de mercure* a une belle couleur rouge. Faites-en par double décomposition 1 gramme environ, qui, desséché parfaitement, sera calciné à la forge dans un creuset d'argile fermé. Le mercure se volatilise, et il reste une masse d'un beau vert, qui est de l'oxyde de chrome.

860. CARACTÈRES DES SELS DE MERCURE.

Par voie humide.

861. *Sels de mercure au minimum* ou de *protoxyde.*

862. La *potasse* et l'*ammoniaque* caustique produisent, dans leur solution, un précipité noir de protoxyde.

863. Les *carbonates alcalins* donnent un précipité jaune sale noircissant très-rapidement.

864. L'*hydrogène sulfuré* et le *sulfhydrate d'ammoniaque* donnent un précipité noir de protosulfure, insoluble dans les sulfures alcalins, mais soluble dans la potasse caustique avec séparation de mercure métallique. L'acide nitrique n'attaque guère le protosulfure de mercure, mais l'eau régale le dissout aisément.

865. L'*acide chlorhydrique* et les *chlorures solubles* donnent un précipité blanc de protochlorure, qui noircit par l'addition de la potasse ou de l'ammoniaque caustique, en se transformant en protoxyde de mercure. Ni l'acide chlorhydrique ni l'acide nitrique ne dissolvent à froid le protochlorure de mercure, mais si on le fait bouillir pendant quelque temps avec l'un de ces acides, on finit par le dissoudre ; l'acide chlorhydrique donne alors du bichlorure de mercure qui reste dissous, et du mercure métalli-

que ; l'acide nitrique donne du bichlorure et du nitrate au maximum. L'eau régale et l'eau chlorée dissolvent aisément le protochlorure de mercure.

866. L'*iodure de potassium* précipite du proto-iodure jaune verdâtre.

867. Le *chromate de potasse* précipite du chromate au minimum, de couleur rouge-brique.

868. Les sels de mercure au minimum se convertissent en sels au maximum par l'ébullition avec l'acide nitrique.

869. *Sels de mercure au maximum* ou de *peroxyde.*

870. La *potasse* employée en excès précipite dans leur solution du bi-oxyde jaune rougeâtre. Si l'on emploie une quantité de potasse insuffisante, le précipité est brun rouge, et se compose d'un sous-sel de bi-oxyde. Cette réaction ne se manifeste qu'imparfaitement dans les solutions fort acides. Lorsque la liqueur mercurielle contient en même temps des sels ammoniacaux, le précipité produit par la potasse n'est ni jaune, ni rouge brun, mais il est blanc et se compose alors d'un sel de mercurammonium, c'est-à-dire du sel d'un ammonium dont l'hydrogène est en partie remplacé par du mercure.

871. L'*ammoniaque caustique* produit dans la solution du bichlorure de mercure un précipité blanc de chlorure de dimercurammonium, (ou chlorure d'ammonium dont 2 atomes d'hydrogène sont remplacés par du mercure) ; il reste du chlorhydrate d'ammoniaque en dissolution.

872. Le *carbonate de potasse* ou *de soude* donne un précipité rouge, insoluble dans un excès de précipitant. Le *carbonate d'ammoniaque* se comporte comme l'ammoniaque caustique.

873. L'*hydrogène sulfuré* précipite du bisulfure noir, insoluble dans les sulfures alcalins, mais se dissolvant à chaud dans la potasse ; si l'on n'emploie qu'une très-petite quantité de sulfure d'hydrogène, le précipité est d'abord tout à fait blanc, et se compose d'une combinaison du bisulfure de mercure avec le sel de bi-oxyde employé : une plus grande quantité de sulfure d'hydro-

gène brunit le précipité, et finit par le convertir entièrement en bisulfure noir.

874. Le *sulfhydrate d'ammoniaque* se comporte comme le sulfure d'hydrogène.

875. L'*acide chlorhydrique* ne précipite pas les sels de mercure au maximum.

876. L'*iodure de potassium* y produit un précipité rouge vermillon de bi-iodure, fort soluble dans un excès d'iodure de potassium, ainsi que dans un excès de sel de mercure.

877. Le *chromate de potasse* donne un beau précipité rouge de chromate de bi-oxyde.

878. Le *protochlorure d'étain* étant ajouté en petite quantité à un sel de mercure au maximum, produit d'abord un précipité blanc de protochlorure ; si l'on emploie le sel d'étain en excès, le protochlorure de mercure est réduit à son tour, et l'on obtient un précipité gris qui se rassemble en globules métalliques quand on le fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique.

Le mercure est précipité de ses dissolutions par le fer, l'étain, l'antimoine, le zinc, le bismuth, le plomb et le cuivre. La plupart de ces métaux forment un amalgame avec le mercure, qui se précipite. Le fer n'a pas cette propriété, mais il ne précipite le mercure que lentement. Dans toutes ces précipitations, le mercure forme d'abord une poudre grise, qui ensuite se rassemble en gouttelettes et même en un seul globule, si l'on fait chauffer avec un peu d'acide hydrochlorique.

Une goutte de dissolution d'un sel de mercure, qu'on laisse tomber sur du cuivre poli, et qu'on frotte quelque temps après avec du papier, laisse sur le métal une tache comme argentée, qui disparaît par la chaleur rouge.

Au chalumeau (131).

879. Quand on mêle un sel de mercure avec du carbonate de soude légèrement humecté dans un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités, et qu'on le fait rougir, le mercure se sublime sous la forme d'un enduit gris, dans lequel des globules

de mercure bien visibles se forment, pour peu qu'on les rassemble avec une baguette de verre.

880. ARGENT et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
ARGENT.....	Blanc.....	....	(881).
OXYDE	Brun.....	Insoluble.....	Nitrate d'argent et potasse ou eau de chaux (885).
CHLORURE.....	Blanc.....	Insoluble.....	Nitrate d'argent et chlorure de sodium (309).
SULFURE.....	Noir.....	Insoluble.....	Nitrate d'argent et acide hydrosulfurique (306).
IODURE.....	Jaunâtre	Insoluble.....	Nitrate d'argent et iodure de potassium (309).
AZOTURE	Noir.....	Insoluble.....	Oxyde d'argent humide et ammoniaque (886).
NITRATE.....	Blanc.....	100 p. à 12°...	Argent et acide nitrique (887).
SULFATE	Blanc.....	Peu soluble....	Argent, ou Oxyde d'argent } et acide sulfuriq. (312).
CARBONATE	Blanc.....	Insoluble.....	Nitrate d'argent et carbonate de soude (309).
IODATE.....	Blanc.....	Insoluble.....	Nitrate d'argent et iodate de potasse (309).
PHOSPHATE	Jaune-serin..	Insoluble.....	Nitrate d'argent et phosphate de soude (309).
ARSÉNIATE.....	Brun.....	Insoluble.....	Nitrate d'argent et arséniate de soude (309).
BORATE	Blanc.....	Peu soluble....	Nitrate d'argent et borate de soude (309).
CHROMATE.....	Rouge-pourp.	Insoluble.....	Nitrate d'argent et chromate de potasse (309).
ACÉTATE.....	Blanc.....	Presque insoluble.....	Sulfate d'argent et acétate de plomb (309).
OXALATE	Blanc.....	Insoluble.....	Nitrate d'argent et bi-oxalate de potasse (309).
FULMINATE	Blanc.....	Assez soluble..	Nitrate d'argent et alcool (891).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

881. *Argent.* — Nous retirerons l'argent pur du nitrate d'argent, dont nous indiquons plus loin (887) la préparation : à cet

effet, dissolvez 1 gramme de ce sel dans 10 grammes d'eau distillée; mettez la liqueur dans un verre à pied; ajoutez quelques gouttes d'acide nitrique pur, et plongez-y une lame de cuivre que vous aurez décapée en la frottant avec du sable fin à l'aide d'un bouchon. L'argent se précipite sous forme de poussière brune : agitez de temps en temps la lame pour que le métal ne s'accumule pas sur la surface. La précipitation sera terminée quand une goutte de la liqueur prélevée avec un petit tube ne précipitera plus en blanc par une goutte d'une solution de sel marin. Le métal sera jeté sur un filtre, lavé largement avec de l'eau, jusqu'à ce que celle-ci soit sans saveur, puis desséché.

882. *Cristallisation.* — On peut faire cristalliser l'argent par différents procédés :

1° Versez dans une petite fiole 30 grammes d'eau tenant en solution 4 grammes de nitrate d'argent; coupez un fragment de phosphore de la grosseur d'un pois, fixez-le à l'extrémité d'un fil, dont l'autre bout sera enfoncé dans un bouchon, et adaptez celui-ci à la fiole, de manière que le phosphore plonge dans la dissolution d'argent. Après quelques jours, vous verrez l'argent précipité se grouper lentement autour du phosphore, en lames longues et brillantes, affectant la forme des feuilles de fougère.

2° Mélangez trente gouttes d'eau et une goutte de la solution d'argent précédente; étendez cette liqueur sur une lame de verre, et immergez un fil de cuivre rouge bien décapé : au bout de quelque temps, vous verrez l'argent se précipiter, en conservant son éclat, en dessins variés, affectant la forme d'arbres et de fougères.

883. *Alliages d'argent.* — L'argent s'allie avec beaucoup de métaux : les monnaies et ustensiles d'argent sont des alliages de ce métal avec le cuivre.

On connaît, sous le nom d'*arbre de Diane,* une belle cristallisation de l'amalgame d'argent et de mercure. Dissolvez 1 gramme de nitrate d'argent dans 10 grammes d'eau distillée, et filtrez la liqueur si elle est trouble; mettez dans un tube de verre fermé

à un bout un globule de mercure de la grosseur d'un pois, et versez par-dessus la dissolution précédente. Au bout de plusieurs jours, le tube sera tapissé presque entièrement d'aiguilles déliées et brillantes, d'une longueur de 1 à 2 centimètres. A défaut de tube, cette cristallisation pourrait se faire dans un verre à pied, mais elle se grouperait moins régulièrement.

884. *Coupellation.* — Comme nous l'avons dit (109), cette opération a pour but de séparer l'argent des métaux oxydables avec lesquels il est allié. Elle est si délicate par les procédés que nous avons indiqués (109), qu'on peut retirer une particule d'argent d'un gros grain de plomb de chasse. A cet effet, coupellez (112) un de ces grains; quand il sera réduit de moitié, laissez-le refroidir; saisissez-le délicatement avec les pinces, de manière à ne pas enlever quelque débris de la coupelle; placez-le dans une autre coupelle et continuez l'opération; quand il sera réduit encore de moitié, changez-le également de coupelle en choisissant cette dernière à fond uni et sans gerçures, et terminez dans celle-ci la coupellation. Si l'opération a été bien conduite, vous apercevrez à l'œil nu ou à la loupe le grain d'argent. Tâchez de le saisir avec la pince, dissolvez-le dans une capsule avec une goutte d'acide nitrique; ajoutez ensuite une goutte d'acide hydrochlorique, et il se formera un précipité blanc, qui se redissoudra complétement dans quelques gouttes d'ammoniaque : à ces caractères, nous reconnaissons la présence de l'argent.

Nous avons ainsi coupellé, en changeant successivement de coupelle, 5 grammes de plomb de chasse, et nous avons retiré un grain d'argent très-visible, et qui sur notre balance de précision (26) a pesé 1 milligramme. Cette opération est nécessairement fort longue, mais assez curieuse.

Nos procédés de coupellation et notre balance de précision (29) nous permettent de faire exactement l'analyse des matières d'argent, comme monnaies, vaisselle. La monnaie de France contient un dixième de cuivre : détachez d'une pièce un grain de la grosseur d'une très-petite tête d'épingle, que vous pèserez sur la balance de précision; fondez-le sur la coupelle avec un

grain de plomb pur, et procédez à la coupellation. Si le grain d'argent tardait trop à se découvrir, il serait nécessaire d'ajouter un second grain de plomb et de continuer la coupellation. Celle-ci terminée, saisissez le grain d'argent, pesez-le de nouveau; et si l'expérience est bien faite, vous reconnaîtrez entre les deux pesées la différence convenable pour accuser le titre légal. Pour donner une idée de la délicatesse et de l'exactitude de cette opération faite avec soin, et en même temps de la sensibilité de notre balance, nous rapportons le résultat suivant, que nous avons obtenu. Un grain d'argent détaché d'une pièce de monnaie, pesant 0^g0013, n'a plus pesé après la coupellation que 0^g00117, ce qui représente bien le titre de un dixième.

885. *L'oxyde d'argent* abandonne l'oxygène avec une extrême facilité à l'aide d'une légère chaleur : dissolvez dans l'eau un peu de nitrate d'argent et ajoutez quelques gouttes de potasse ou d'eau de chaux, il se formera un dépôt brunâtre d'oxyde d'argent; lavez-le sur un filtre et desséchez-le à une chaleur très-modérée. Il se décompose si facilement, qu'il est difficile de l'avoir pur et qu'il se réduit en partie. Chauffez cet oxyde dans un tube fermé, et vous reconnaîtrez le dégagement de l'oxygène.

886. *L'azoture d'argent* sec détone avec la plus grande violence au moindre contact, c'est-à-dire qu'il faut le préparer avec précaution et en très-petite quantité. Mettez très-peu d'oxyde d'argent encore humide, préparé et lavé comme ci-dessus, sur un débris de verre ; versez par-dessus quelques gouttes d'ammoniaque, de manière à le dissoudre, et abandonnez à l'évaporation spontanée. Il se dépose bientôt une poudre noire d'apparence micacée, qui adhère fortement au verre : c'est l'azoture d'argent. Quand il sera sec, touchez-le avec une barbe de plume, et il détonera avec violence.

887. Le *nitrate d'argent* nous sert à préparer tous les composés d'argent : nous le préparerons avec une pièce de monnaie d'argent par plusieurs procédés; toute la difficulté est de séparer complétement le cuivre.

1° Mettez dans une fiole une pièce de 50 centimes avec 5 grammes d'acide nitrique, et chauffez très-légèrement. Une violente réaction se manifeste, et il se dégage de l'acide nitreux en abondance ; modérez beaucoup la chaleur, et la pièce se dissoudra bientôt entièrement. Versez la liqueur dans un grand verre, lavez bien la fiole, remplissez le verre avec de l'eau, et ajoutez goutte à goutte de l'acide hydrochlorique. Il se formera un précipité blanc de chlorure d'argent, qui se déposera promptement, si vous remuez un peu avec une baguette de verre. Ajoutez ainsi de l'acide, jusqu'à ce qu'il ne se manifeste plus de précipité. Lavez alors le chlorure à grande eau, soit par décantation, parce qu'il se précipite facilement, soit sur un filtre avec la bouteille à filtre (178), jusqu'à ce que les eaux de lavage soient sans saveur. C'est de ce lavage que dépend en partie le succès de l'opération. Cela fait, mêlez intimement le chlorure humide avec 1 gramme de zinc en limaille fine, étendez-le dans le fond d'une assiette, et recouvrez-le d'eau aiguisée seulement d'acide sulfurique : le chlorure change aussitôt de couleur et devient brun. Laissez ainsi la matière pendant vingt-quatre heures, en remuant de temps en temps, et au bout de ce temps tout le chlorure est réduit et converti en argent. Lavez celui-ci avec soin sur un filtre et séchez-le dans une capsule. Si l'expérience est bien faite, on devra obtenir 2gr25 d'argent, puisque la pièce pesait 2gr50. Ce métal sera dissous à l'aide d'une légère chaleur dans une capsule avec 5 grammes d'acide nitrique ; la liqueur sera évaporée à siccité pour chasser l'excès d'acide, puis dissoute de nouveau, et évaporée convenablement pour cristalliser par le refroidissement.

888. 2° Dissolvez, comme il est dit ci-dessus, une pièce de monnaie dans l'acide nitrique ; évaporez à siccité ; redissolvez dans l'eau ; aiguisez la liqueur de quelques gouttes d'acide nitrique, et précipitez la moitié seulement de l'argent à l'aide d'une lame de cuivre : si l'on précipitait le métal en totalité, les dernières portions seraient mélangées de petits fragments de cuivre. Le métal isolé sera lavé et dissous dans l'acide nitrique. Quant au reste de la liqueur, on le précipitera par l'acide hydrochlo-

rique, et le chlorure d'argent sera réduit comme il est dit ci-dessus.

889. 3° Dissolvez, comme il est dit ci-dessus, une pièce d'argent dans l'acide nitrique, et évaporez jusqu'à consistance convenable pour faire cristalliser. Comme le nitrate de cuivre cristallise difficilement, le nitrate d'argent cristallisera le premier, et se séparera en partie sous forme de cristaux en larges tables, qui seront lavés avec un peu d'eau sur un filtre. Les eaux-mères seront précipitées par l'acide hydrochlorique, et le chlorure d'argent formé sera réduit comme il est dit ci-dessus.

890. 4° Dissolvez, comme il a été dit ci-dessus, une pièce d'argent dans l'acide nitrique ; évaporez à siccité dans une capsule, et à l'aide de la lampe à alcool, faites fondre la matière : le nitrate de cuivre se décomposera le premier et se transformera en peroxyde de cuivre avec dégagement de deutoxyde d'azote. Si vous arrêtez à temps l'opération, ce sel sera seul décomposé. Traitez le résidu par l'eau, filtrez, et la liqueur, évaporée convenablement, déposera des cristaux de nitrate d'argent.

891. Le *fulminate d'argent* détone par la chaleur et le choc. Versez de l'alcool dans une dissolution chaude et acide de nitrate d'argent, il se précipitera une poudre blanche, qu'il faudra laver et laisser sécher à l'air; c'est le fulminate d'argent.

892. CARACTÈRES DES SELS D'ARGENT.

Par voie humide.

893. La *potasse* produit dans la solution des sels d'argent un précipité brun clair d'oxyde d'argent.

894. L'*ammoniaque* donne le même précipité, soluble dans un excès d'ammoniaque. La présence des sels ammoniacaux peut empêcher la formation de ce précipité.

895. Les *carbonates* alcalins donnent un précipité blanc de carbonate d'argent, soluble dans un excès de carbonate d'ammoniaque.

896. L'*hydrogène sulfuré* et le *sulfhydrate d'ammoniaque* donnent un précipité noir de sulfure d'argent.

897. L'*acide chlorhydrique* et les *chlorures* solubles donnent un précipité blanc, caillebotté, de chlorure d'argent, insoluble dans l'acide nitrique, fort soluble dans l'ammoniaque, se colorant à la lumière en violet, et, finalement, en noir; la solution ammoniacale du chlorure d'argent est de nouveau précipitée par les acides. Le précipité de chlorure d'argent fond à la chaleur rouge en un liquide jaune, qui se solidifie par le refroidissement et prend un aspect corné.

898. L'*iodure de potassium* produit un précipité blanc jaunâtre d'iodure d'argent.

899. Le *chromate de potasse* donne un précipité pourpre foncé de chromate d'argent.

L'argent est précipité de ses dissolutions à l'état métallique par les métaux très-oxydables, le zinc, l'étain, etc., par le cuivre et le mercure, ainsi que par une solution de protosulfate de fer. Avec le fer, la précipitation est lente; avec le mercure, la précipitation est un amalgame; avec les autres métaux, il n'y a jamais alliage, pas même avec le cuivre; mais les dernières portions précipitées peuvent souvent être mélangées de petits fragments du métal précipitant. Une lame de zinc précipite l'argent de ses dissolutions; auprès du zinc l'argent réduit est noir; à une certaine distance de la baguette, il est blanc.

Au chalumeau (131).

900. Chauffés sur le charbon avec le carbonate de soude, tous les sels d'argent se réduisent promptement en argent métallique ; le métal est en paillettes brillantes, blanches, sans auéole. Ce caractère les fait reconnaître facilement (267).

901. OR et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ DANS L'EAU.	PRÉPARATION.
OR.....	Jaune.....	.....	(902).
PROTOXYDE *hydraté*.	Vert.....	Insoluble.....	Protochlorure d'or et potasse (*instable*) (310 *bis*).
PEROXYDE *hydraté*.	Jaune rouge.	Insoluble.....	Perchlorure d'or, magnésie et acide nitrique (904).
PEROXYDE *anhydre*.	Noir.....	Insoluble	Chauffer légèrement le peroxyde hydraté.
PERSULFURE D'OR...	Brun jaunâtre	Insoluble.....	Perchlorure d'or et acide hydrosulfurique, à froid (306).
AZOTURE D'OR.....	Gris	Insoluble.....	Peroxyde hydraté d'or et ammoniaque (906).
PROTOCHLORURE	Jaune-paille..	Insoluble.....	Chauffer à 200° le perchlorure d'or.
PERCHLORURE.....	Rouge brun..	Déliquescent...	Or et eau régale (907).
PERCHLORURE D'OR ET DE POTASSIUM.	Jaune orangé	Soluble	Perchlorure d'or et chlorure de potassium (908).
POURPRE DE CASSIUS.	Pourpre.....	Insoluble.....	Perchlorure d'or et protochlorure d'étain (908).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

902. *Or.* — Nous retirerons l'or de ses alliages avec le cuivre ou l'argent. La monnaie d'or contient un dixième de cuivre, la vaisselle et les bijoux en renferment des quantités variables. L'or *vert*, dont se servent les bijoutiers, est un alliage d'or et d'argent, contenant 30 pour 100 de ce dernier métal.

Faites dissoudre à chaud un fragment de bijou dans de l'eau régale formée d'une partie d'acide nitrique et de quatre d'acide hydrochlorique : si l'alliage contient de l'argent, celui-ci se précipite à l'état de chlorure d'argent insoluble, et l'or seul se dissout; étendez d'eau, filtrez et lavez le filtre avec soin pour ne rien perdre. Si l'alliage ne contient que de l'or et du cuivre, il se dissout tout entier. Étendez-le d'eau également, versez dans la liqueur filtrée une dissolution de protosulfate de fer, jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus de précipité; la liqueur devient bleu-indigo, se décolore peu à peu, et l'or pur se précipite

sous forme d'une poudre rougeâtre mate. Recueillez ce précipité par décantation, laissez-le digérer quelque temps dans de l'acide hydrochlorique, puis jetez-le sur un filtre, lavez-le et séchez-le avec soin.

L'or en feuilles, dont se servent les doreurs, est très-pur.

903. *Coupellation.* — Cette opération est la même que celle qui se pratique pour l'argent: elle se fait avec plus de facilité, et le bouton d'or se détache plus facilement. Par les mêmes procédés (884) vous trouverez le titre légal de la monnaie d'or, en détachant d'une pièce un fragment presque imperceptible. Nous renvoyons à l'article (112) pour tous les détails de manipulation.

904. Le *peroxyde d'or* se prépare en faisant chauffer de la magnésie en excès avec du perchlorure d'or. Il se forme un dépôt peu soluble d'aurate de magnésie: celui-ci, mis en digestion avec l'acide nitrique, se décompose, et, lavé avec soin sur le filtre, donne le peroxyde pur. Une légère chaleur le réduit, en expulsant l'oxygène. Il se combine facilement avec les bases à la manière des acides, et prend le nom d'acide *aurique*.

905. Les *aurates* s'obtiendront en dissolvant quelques parcelles de peroxyde d'or dans la solution d'un alcali; la liqueur incolore cristallisera par évaporation spontanée (143). C'est ainsi qu'on peut préparer les aurates de potasse, de soude, de baryte, de magnésie, qui sont solubles.

906. L'*azoture d'or* s'obtient de la même manière que celui d'argent (886); le choc ou une légère chaleur le fait détoner.

907. Le *perchlorure d'or* s'obtiendra en dissolvant l'or en poudre, préparé comme ci-dessus (902), dans de l'eau régale composée d'une partie d'acide hydrochlorique et deux parties d'acide nitrique. On pourrait aussi dissoudre l'or en feuilles qu'emploient les doreurs. Ce sel nous sert à préparer tous les composés d'or.

908. Les *perchlorures d'or* se combinent facilement avec les autres chlorures. Les *perchlorures doubles d'or* cristallisent facilement et sont généralement solubles; il suffira pour les observer de déposer sur une lame de verre une goutte de per-

chlorure d'or à laquelle on a ajouté deux gouttes d'un chlorure quelconque, et d'abandonner à l'évaporation spontanée. C'est ainsi qu'on peut préparer les perchlorures d'or et de sodium, de baryum, de strontium, de calcium, magnésium, manganèse, cobalt, nickel, zinc, etc., etc.

909. CARACTÈRES DES SELS D'OR.

Par voie humide.

910. La *potasse* produit dans les solutions concentrées des sels d'or, surtout à chaud, un précipité jaune rougeâtre d'oxyde d'or, peu soluble dans un excès de réactif; à froid, la potasse ne précipite pas les solutions acides.

911. L'*ammoniaque* produit dans les solutions concentrées un précipité jaune rougeâtre d'or fulminant (ammoniure d'or).

912. L'*hydrogène sulfuré* et le *sulfhydrate d'ammoniaque* donnent un précipité noir ou brun foncé de sulfure d'or, soluble dans un excès de sulfhydrate d'ammoniaque.

913. Le *ferrocyanure de potassium* produit une belle coloration d'un vert-émeraude.

914. Les sels d'or sont aisément réductibles. Le *protochlorure d'étain* produit un précipité brun rouge ou pourpre, dit *pourpre de Cassius*. L'*acide oxalique*, le *protosulfate de fer* et le *zinc* métallique, précipitent également de l'or métallique sous la forme d'une poudre brune.

Au chalumeau (131).

915. Avec le borax et le carbonate de soude, toutes les combinaisons d'or donnent sur le charbon un grain d'or, jaune, brillant et ductile.

916. PLATINE et ses composés.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ DANS L'EAU.	PRÉPARATION.
PLATINE.....	Blanc.....	.....	(917) (918).
PROTOXYDE *hydraté*.	Noir.....	Insoluble.....	Protochlorure de platine et potasse (310 *bis*).
PEROXYDE	Jaune.....	Insoluble.....	Persulfate de platine et potasse (310 *bis*).
PROTOSULFURE.....	Gris..... .	Insoluble.....	Protochlorure de platine et hydrosulfate d'ammoniaque (309).
PERSULFURE.....	Noir.....	Insoluble.....	Perchlorure de platine et hydrosulfate d'ammoniaque (309).
PROTOCHLORURE....	Vert olivâtre.	Insoluble.....	Chauffer légèrement le perchlorure de platine.
PERCHLORURE.....	Rouge brun..	Soluble.....	Platine et eau régale (919).
PROTOSULFATE.. ...	Gris vert....	Très-soluble...	Protochlorure de platine et acide sulfurique (307).
PERSULFATE	Brun.....	Très-soluble...	Perchlorure de platine et acide sulfurique (306).
PERCHLORURE DE PLATINE ET DE POTASSIUM.....	Jaune orangé	Peu soluble....	Perchlorure de platine et chlorure de potassium (920).
PERCHLORURE DE PLATINE ET D'AMMONIAQUE.....	Jaune orangé	Peu soluble...	Perchlorure de platine et hydrochlorate d'ammoniaque (920).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

917. Le *platine en mousse* ou *éponge* a la singulière propriété, étant plongé dans un courant rapide d'hydrogène, de s'échauffer jusqu'au rouge et de déterminer l'inflammation du gaz. Il existe dans le commerce des briquets dits *à gaz hydrogène :* c'est un appareil dans lequel il se fait de l'hydrogène, par le contact du zinc et d'eau acidulée par l'acide sulfurique; en ouvrant un robinet, l'hydrogène s'échappe en jet rapide qui, dirigé sur un fragment d'éponge de platine, en élève la température jusqu'au rouge et s'enflamme en allumant une petite lampe intermédiaire. L'éponge n'est que du platine très-divisé; pour que ce métal jouisse de la propriété susmentionnée et la conserve, il doit être

tout à fait pur; celui du commerce ne l'est pas. Pour préparer l'éponge de platine, opérez ainsi : mettez dans une capsule 4 grammes de platine du commerce, ajoutez un peu d'eau régale préparée à l'avance, et chauffez légèrement avec la lampe-veilleuse; il se manifeste une légère ébullition et le platine se dissout; ajoutez peu à peu de l'eau régale, jusqu'à ce que le métal soit dissous en entier. La liqueur est rouge brun; étendez-la de 50 grammes d'eau, elle deviendra jaune clair; versez cette solution dans un verre et ajoutez goutte à goutte, tant qu'il se manifestera un précipité, une dissolution concentrée d'hydrochlorate d'ammoniaque; il se forme aussitôt un dépôt jaune insoluble de perchlorure double de platine et d'ammoniaque; jetez-le sur un filtre et lavez-le jusqu'à ce que les eaux soient sans saveur; desséchez-le complétement sur une capsule en verre, et à l'aide de la lampe à alcool poussez la chaleur jusqu'à décomposition de ce sel; il se dégage bientôt d'abondantes fumées blanches d'hydrochlorate d'ammoniaque; agitez sans cesse, et la décomposition sera terminée quand il ne se formera plus de vapeurs. Il reste une poudre grise de platine pur. Cependant, pour être sûr de sa pureté, il conviendra de le dissoudre de nouveau dans l'eau régale, de précipiter le métal avec l'hydrochlorate d'ammoniaque, de décomposer par la chaleur le sel double formé, en un mot de répéter le procédé ci-dessus. En cet état, le platine est parfaitement pur.

918. Pour préparer l'éponge destinée aux briquets à gaz hydrogène, on plonge dans le perchlorure double de platine et d'ammoniaque, réduit en pâte molle avec de l'eau, un fil très-fin de platine contourné en spirale, qu'on chauffe légèrement dans la flamme de l'alcool, de manière à déterminer la décomposition du sel double adhérent; il reste entre les anneaux du fil une petite quantité de platine en éponge, qui, placée dans le courant du gaz hydrogène, en détermine l'inflammation.

919. Le *perchlorure de platine* nous sert à préparer les composés de platine. C'est aussi un bon réactif pour distinguer les sels de potasse : à cet effet, dissolvez de l'éponge de platine, préparée comme ci-dessus, dans de l'eau régale; évaporez presque

à siccité, mais avec précaution, pour ne pas décomposer le sel, et vous le dissoudrez dans de l'alcool ordinaire.

920. Le perchlorure forme avec les autres chlorures de nombreux sels doubles presque tous solubles et cristallisables. Il suffira, pour les observer, de déposer sur une lame de verre une goutte de perchlorure de platine, à laquelle vous ajouterez deux gouttes d'un chlorure quelconque, et d'abandonner à l'évaporation spontanée. C'est ainsi qu'on pourra préparer les chlorures doubles de potassium, sodium, ammoniaque, strontium, calcium, magnésium, manganèse, fer, cobalt, nickel, cuivre et zinc. Ils ont généralement une couleur jaune plus ou moins foncée.

921. CARACTÈRES DES SELS DE PLATINE.

Par voie humide.

922. La *potasse* et l'*ammoniaque* (ainsi que les sels de potasse et d'ammoniaque) déterminent, dans la solution des sels de platine, surtout en présence de l'acide chlorhydrique, un précipité cristallin de chloroplatinate de potasse ou d'ammoniaque d'une belle couleur jaune. Ce précipité est très-peu soluble dans l'eau et dans les acides, mais il se dissout à chaud dans un excès de potasse ou d'ammoniaque. Il est presque insoluble dans les liqueurs alcooliques. Le précipité produit par l'ammoniaque donne par la calcination du platine pur.

923. La *soude* et les sels de soude ne précipitent pas par les sels de platine.

924. L'*hydrogène sulfuré* produit, dans les solutions acides ou neutres, surtout à chaud, un précipité brun noir de sulfure de platine, soluble dans un grand excès de potasse, ou de sulfure alcalin (surtout persulfuré), insoluble dans les acides nitrique et chlorhydrique, fort soluble dans l'eau régale. La précipitation par l'hydrogène sulfuré est incomplète dans les solutions alcalines.

925. Le *sulfhydrate d'ammoniaque* produit le même précipité

que l'hydrogène sulfuré ; le précipité se redissout dans un excès de sulfhydrate d'ammoniaque.

926. Les sels de platine se réduisent plus difficilement à l'état métallique que les sels d'or. Le *protochlorure d'étain* colore le bichlorure de platine en brun foncé, sans donner de précipité, le bichlorure de platine passant à l'état de protochlorure. L'*acide oxalique* et le *protosulfate de fer* n'agissent pas sur la solution du bichlorure de platine, mais le *zinc* y produit un précipité de platine métallique.

Au chalumeau (131).

927. Tous les composés de platine sont décomposés et réduits par la chaleur, et le métal reste sous la forme d'éponge grise. Ils ne communiquent aucune couleur au flux.

928. SELS AMMONIACAUX.

NOMS.	COULEUR.	SOLUBILITÉ dans 100 parties d'eau.	PRÉPARATION.
AMMONIAQUE...	Gazeux....	Très-soluble...	Hydrochlorate d'ammoniaque et chaux (480).
HYDROCHLORATE.	Blanc.....	37 p. à 15°	Ammoniaque en solution ou carbonate d'ammoniaque. } Acide hydrochlorique (930).
HYDROSULFATE...	Blanc.....	Très-soluble...	Ammoniaque et acide hydrosulfurique (931).
SULFATE	Blanc.....	50 p. à 15°....	Ammoniaque en solution ou carbonate d'ammoniaque, ou hydrochlorate d'ammoniaque. } Acide sulfurique (308)
NITRATE.....	Blanc.....	50 p. à 15°	Ammoniaque en solution ou carbonate d'ammoniaque. } Acide nitrique (932).
PHOSPHATE	Blanc.....	Très-soluble (*efflorescent*)...	Ammoniaque et acide phosphorique (308) (471).
PHOSPHATE D'AMMONIAQUE ET DE SOUDE.	Blanc.....	Soluble	(933).
IODATE.....	Blanc.....	Peu soluble....	Ammoniaque et acide iodique (308).
HYDRIODATE	Blanc.....	Déliquescent ..	Ammoniaque et acide hydriodique (308).
CARBONATE	Blanc.....	Très-soluble...	Calciner hydrochlorate d'ammoniaque et craie (934).
BICARBONATE.....	Blanc.....	Soluble.....	Ammoniaque et acide carbonique (308).
ARSÉNIATE.....	Blanc.....	Soluble (*efflorescent*).....	Ammoniaque et acide arsénique (308).
BORATE.....	Blanc.....	8 p. à 15°.....	Ammoniaque et acide borique (308).
ACÉTATE	Blanc.....	Déliquescent ..	Ammoniaque et acide acétique (308).
OXALATE	Blanc.....	Peu soluble....	Ammoniaque et acide oxalique (308) (935).

Voyez (588) le Tableau des formes cristallines.

929. Nous avons vu (480) la préparation de l'ammoniaque et ses propriétés. Il faut se procurer sa dissolution (2).

930. L'*hydrochlorate d'ammoniaque* peut se préparer en saturant par l'acide hydrochlorique une solution de 1 gramme de carbonate d'ammoniaque dans 2 grammes d'eau, et faisant cristalliser; mais il convient mieux de purifier, par cristallisation, celui du commerce, connu sous le nom de *sel ammoniac*, et que vous vous procurerez (2). A cet effet, dissolvez à chaud dans une fiole 20 grammes de sel ammoniac dans 50 grammes d'eau; filtrez, évaporez jusqu'à pellicule, et laissez cristalliser; les cristaux, lavés légèrement sur un filtre, seront desséchés à une douce chaleur dans une capsule en verre ; il faut chauffer modérément pour éviter de sublimer le sel qui est volatil.

931. L'*hydrosulfate d'ammoniaque* en solution dans l'eau est un réactif très-souvent employé. A cet effet, disposez l'appareil dont vous vous êtes servi pour préparer la solution d'acide hydrosulfurique (440). Dans le tube courbe, mettez quelque peu d'ammoniaque liquide, et remplissez à moitié seulement une petite fiole de 3 centilitres de solution ammoniacale ; faites passer un courant d'acide hydrosulfurique (440), jusqu'à ce que la liqueur ammoniacale exhale fortement l'odeur particulière à l'acide : il est très-important de faire passer un excès de gaz, pour ne pas laisser d'ammoniaque libre. Enfermez dans une fiole bien bouchée la solution préparée : elle sera incolore d'abord, puis jaunira peu à peu au contact de l'air. Comme cette dissolution est un réactif fort important, vous pouvez vous la procurer (2) chez le fabricant de produits chimiques.

932 Le *nitrate d'ammoniaque* nous sert à préparer le protoxyde d'azote. Mettez dans une capsule de verre 10 grammes de solution ammoniacale, et saturez-la en ajoutant goutte à goutte de l'acide nitrique, jusqu'à ce que le papier de tournesol immergé n'y change plus de couleur; cela fait, évaporez doucement la liqueur jusqu'à siccité. A ce point apparaissent des fumées blanches de nitrate d'ammoniaque qui se volatilise; arrêtez alors la dessiccation, et le sel est obtenu sous forme de matière blanche.

933. Le *phosphate double de soude et d'ammoniaque*, ou *sel de phosphore*, nous sert dans les essais au chalumeau. Dissolvez à

chaud dans une capsule 4 grammes d'hydrochlorate d'ammoniaque pur et 25 grammes de phosphate de soude cristallisé, dans 20 grammes d'eau, et filtrez la solution bouillante, qui, par refroidissement, donne des cristaux de sel de phosphore; les eaux-mères seront rejetées. Les cristaux seront légèrement lavés sur un filtre et séchés avec précaution. Si un cristal fondu sur le fil de platine au chalumeau ne donne pas, après le refroidissement, une perle limpide et transparente, le sel n'est pas assez pur et devra être soumis à une seconde cristallisation.

934. Le *carbonate d'ammoniaque* en dissolution dans l'eau est un réactif souvent employé; à cet effet, dissolvez à chaud, dans 30 grammes d'eau, 20 grammes de ce sel; filtrez et conservez la liqueur dans une fiole bouchée. On peut imiter la préparation que suivent les arts, en chauffant dans une grande fiole sur la lampe à alcool un mélange très-intime de 1 gramme d'hydrochlorate d'ammoniaque avec 1g25 de craie en poudre, le tout bien sec; après une forte calcination, les parois intérieures seront tapissées de carbonate ammoniacal volatilisé; mais il convient mieux de demander ce sel au commerce (2), qui le fournit assez pur; il devra être enfermé dans une fiole bien bouchée, parce qu'il se volatilise promptement à l'air.

935. L'*oxalate d'ammoniaque* en dissolution dans l'eau est un réactif souvent employé pour constater la présence de la chaux; il faudra le préparer.

936. CARACTÈRES DES SELS D'AMMONIAQUE.

Si l'on triture des sels ammoniacaux avec des alcalis ou des terres alcalines, comme la chaux, la magnésie, l'alumine, l'odeur particulière et bien connue de l'ammoniaque se fait sentir; les carbonates des alcalis ou des terres alcalines produisent le même effet; seulement l'odeur ammoniacale est plus faible. Les alcalis et les terres alcalines, soit à l'état de pureté, soit à l'état de carbonate, dégagent également l'odeur d'ammoniaque des dissolutions des sels ammoniacaux. Si la quantité d'ammoniaque ou de carbonate ammoniacal est trop faible pour affecter l'odorat, on

trempe une baguette de verre dans de l'acide hydrochlorique assez étendu d'eau pour qu'il ne soit pas fumant à l'air, et on la tient sur la surface de la liqueur mêlée avec l'alcali ou la terre alcaline; la présence de très-faibles traces d'ammoniaque suffit pour qu'il se forme des vapeurs blanches d'hydrochlorate d'ammoniaque.

937. Le *bichlorure de platine* précipite les sels d'ammoniaque comme les sels de potasse; mais le précipité laisse par la calcination du platine métallique pur.

938. L'*acide tartrique* en excès donne un précipité blanc et cristallin de bitartrate d'ammoniaque, soluble dans beaucoup d'eau et dans les alcalis.

CHAPITRE TROISIÈME.

ANALYSE.

939. Dans nos précédentes éditions nous n'avions parlé que de l'analyse ayant pour objet la recherche de la présence de certaines substances, dite *qualitative ;* nous avons jugé convenable d'y ajouter quelques exemples d'analyse *quantitative*, afin de compléter les travaux de l'étudiant. Nous avons été séduit surtout par la facilité de ces dernières analyses à l'aide de liqueurs titrées, dites analyses *volumétriques*, qui dispensent de l'emploi long et difficile de la balance de précision, et qui, par cet avantage, semblent naturellement entrer dans le cadre de notre travail général. Ainsi donc nous diviserons ce chapitre en deux parties, l'une relative à l'analyse qualitative et l'autre à l'analyse quantitative.

ANALYSE QUALITATIVE DES SELS MÉTALLIQUES.

940. Analyser une substance, c'est rechercher la nature des matières composantes. Pour les reconnaître, on peut ou les isoler complétement les unes des autres, de manière à mettre en évidence leurs propriétés bien connues, ou combiner chacune d'elles avec d'autres substances, capables de former avec elle des composés caractéristiques, et qui ne peuvent se produire qu'en leur présence. Ainsi, pour analyser un sel de fer, par exemple, on peut isoler complétement le métal, dont les propriétés physiques sont bien connues, ou bien le combiner avec une autre

substance, le cyanoferrure jaune de potassium entre autres, qui produit avec lui un composé insoluble d'une belle couleur bleue: dans ce dernier cas, on peut aussi sûrement déclarer l'existence du fer sans l'isoler, que si l'on avait ramené celui-ci à l'état métallique. Ce procédé indirect d'analyse par précipitation est le plus généralement employé. On donne le nom de *acrétifs* aux substances capables de former avec d'autres corps des composés de nature caractéristique : c'est ainsi que le cyanoferrure jaune de potassium est le réactif le plus convenable pour constater la présence du fer.

941. Le nombre des réactifs que nous emploierons dans l'analyse des sels est assez considérable ; avant de procéder à aucune recherche, il faut les préparer ; en voici la liste :

Acide hydrochlorique (405).
Acide nitrique (519).
Acide sulfurique (455).
Potasse (779).
Hydrosulfate d'ammoniaque (931).
Carbonate de soude (629).
Protosulfate de fer (705).
Sulfate de strontiane (649).
Acide oxalique (574).
Acide hydrosulfurique (440).
Ammoniaque (486).
Chromate de potasse (615).
Protochlorure d'étain (737).
Acide hydrofluosilicique (547).
Sulfate de chaux (658).
Phosphate de soude (628).
Chlorure de platine (919).
Borate de soude (630).
Nitrate d'argent (887).
Nitrate de baryte (634).
Cyanoferrure jaune de potassium (711).
Cyanoferrure rouge de potassium (712).
Nitrate de cobalt (777).
Sulfate de soude (627).
Bioxalate de potasse (614).
Potassium (598).
Bicarbonate de potasse (613).
Iodure de potassium (602).
Acide tartrique (2).
Sulfate d'alumine (686).
Chlorure de baryum (636).
Chlorure de calcium (657).
Eau de chaux (658).
Eau de baryte (635).
Nitrate de plomb (821).
Sulfate de cuivre (801).
Acide borique (538).
Oxalate de chaux (657).
Protonitrate de mercure (846).
Sel de phosphore (933).
Peroxyde de manganèse (697).
Peroxyde de cuivre (801).
Chlorure de sodium (626).
Amidon (2).
Indigo (2).

Nous avons indiqué dans les deux premiers chapitres la manière de préparer la plupart de ces substances. Celles qui doivent être employées en solution dans l'eau seront préparées en

dissolution très-concentrée. Nous avons exposé (292) la manière de procéder à une analyse ; comme nous n'employons pour chaque essai que quelques gouttes de réactifs, nous recommandons de ne préparer que quelques grammes de ces derniers.

942. Nous avons pour but de rechercher non la quantité, mais seulement la nature ou la qualité de la base et de l'acide, dont la combinaison forme le sel soumis à l'analyse. Ne pouvant embrasser l'analyse de tous les sels connus, nous bornerons nos recherches à celle des bases et des acides compris dans les deux séries suivantes :

1re SÉRIE. — BASES.

Oxydes de fer.	Oxydes de cobalt.
— d'étain.	— de nickel.
— d'antimoine.	— de zinc.
— de mercure.	Alumine.
— de platine.	Magnésie.
— de cuivre.	Baryte.
— de bismuth.	Strontiane.
— d'argent.	Chaux.
— d'or.	Lithine.
— de plomb.	Soude.
— de manganèse.	Potasse.
— de chrome.	Ammoniaque.

2e SÉRIE. — ACIDES.

Chlorique.	Phosphorique.
Bromique.	Silicique.
Hyponitreux.	Oxalique.
Iodique.	Tartrique.
Nitrique.	Phosphoreux.
Carbonique.	Hydriodique.
Hydrosulfurique.	Hydrobromique.
Sulfureux.	Acétique.
Hyposulfureux.	Arsénique.
Chromique.	Antimonieux.
Arsénieux.	Antimonique.
Sulfurique.	Hydrochlorique.
Borique.	Hydrocyanique.
Hydrofluorique.	

943. Il faut d'abord examiner si le sel est soluble ou insoluble

dans l'eau. A cet effet, pulvérisez finement une petite quantité du sel et mettez-la en digestion avec de l'eau distillée dans une capsule de verre, que vous chaufferez légèrement, s'il est nécessaire, en ayant le soin de remuer avec un agitateur. Si la solubilité de la matière n'est pas évidente, il faut, après quelque temps d'une faible ébullition, filtrer la liqueur, en déposer une goutte sur un fragment de verre et l'évaporer à siccité ; s'il reste un résidu, le sel est un peu soluble dans l'eau ; dans le cas contraire, il serait insoluble. Nous analyserons d'abord les sels solubles dans l'eau, puis les sels insolubles.

§ 1. *Analyse des sels métalliques solubles dans l'eau.*

944. Nous commencerons par rechercher la nature de la base ; celle-ci trouvée, nous chercherons celle de l'acide.

RECHERCHE DE LA BASE.

945. Pulvérisez finement 1 gramme du sel environ et dissolvez-le dans de l'eau distillée à chaud, s'il est nécessaire, dans une capsule de verre. Si la dissolution n'est pas claire, il faut la filtrer ; la liqueur doit être très-concentrée ; à cet effet, elle sera évaporée convenablement : il serait même bon de la faire légèrement cristalliser, pour s'assurer de sa parfaite concentration ; il faut alors la laisser bien refroidir, avant toute opération.

946. 1° Mettez dans une capsule quelques gouttes de la solution saline. Examinez l'état de la liqueur avec le papier bleu de tournesol : si elle n'est pas acide, rendez-la telle, en ajoutant quelques gouttes d'acide hydrochlorique faible ou étendu d'eau ; si cet acide déterminait un précipité, il faudrait rejeter le tout et acidifier de nouvelles gouttes de liqueur par l'acide nitrique fort étendu. Sur cette petite quantité de la dissolution rendue *acide*, versez une solution très-concentrée d'acide *hydrosulfurique ;* s'il se forme un précipité, le sel soumis à l'analyse a pour base une des suivantes :

Peroxyde de fer.	Protoxyde de plomb.
Protoxyde d'étain.	Protoxyde de mercure.
Peroxyde d'étain.	Peroxyde de mercure.
Protoxyde d'antimoine.	Oxyde d'argent.
Peroxyde de cuivre.	Oxyde d'or.
Oxyde de bismuth.	Peroxyde de platine.

Voyez (952) la manière de distinguer ces oxydes entre eux.

947. *Nota.* Il faut apporter la plus grande attention au précipité formé par l'acide hydrosulfurique. Quelquefois il ne se dépose qu'au bout d'un certain temps, ou bien encore à l'aide de la chaleur ; si donc le précipité ne se formait pas immédiatement, il ne faudrait pas se hâter de conclure, mais attendre quelques heures, et, ce temps écoulé, chauffer légèrement la liqueur, si aucun dépôt ne s'était formé. Dans ce dernier cas, il faudrait ajouter une plus grande quantité d'acide hydrosulfurique. C'est seulement lorsque ces dernières précautions ne donneraient aucun résultat, qu'on pourrait se prononcer sur la formation du précipité. Nous recommandons de ne pas négliger d'acidifier préalablement la liqueur, parce qu'il est des sels qui ne sont précipités par l'acide hydrosulfurique que dans leur dissolution acide.

948. 2° Si la dissolution acidifiée du sel soumis à l'analyse n'est pas précipitée par l'acide hydrosulfurique, déposez quelques gouttes de la première solution dans une capsule ; neutralisez-la par l'ammoniaque, si elle est acide, et ajoutez une goutte d'une dissolution concentrée d'*hydrosulfate d'ammoniaque.* S'il se produit un précipité, le sel soumis à l'analyse a pour base une des suivantes :

Oxyde de chrome.	Protoxyde de fer.
Protoxyde de manganèse.	Protoxyde de cobalt.
Protoxyde de nickel.	Alumine.
Protoxyde de zinc.	

Voyez (956) la manière de distinguer ces oxydes entre eux.

949. 3° Si la solution saline acidifiée n'est pas précipitée par l'acide hydrosulfurique, si cette même solution neutralisée n'est pas précipitée par l'hydrosulfate d'ammoniaque, ajoutez à quelques gouttes de la première dissolution, neutralisée par

l'ammoniaque, si cela est nécessaire, une solution de *carbonate de soude ;* s'il se forme un précipité, le sel soumis à l'analyse a pour base une des suivantes :

Magnésie.	Strontiane.
Baryte.	Chaux.

Voyez (959) la manière de distinguer ces bases entre elles.

950. 4° Si la solution saline acidifiée n'est pas précipitée par l'acide hydrosulfurique, si cette même solution neutralisée n'est pas précipitée par l'hydrosulfate d'ammoniaque, si enfin elle n'est pas, à l'état neutre, précipitée par le carbonate de soude, le sel soumis à l'analyse a pour base une des suivantes :

Lithine.	Potasse.
Soude.	Ammoniaque.

Voyez (963) la manière de distinguer ces bases entre elles.

951. Après avoir trouvé par les essais précédents la série dans laquelle se trouve comprise la base cherchée, il reste à distinguer celle-ci des autres qui s'y trouvent également comprises.

952. *Manière de distinguer entre eux les oxydes suivants dans la dissolution aqueuse des sels solubles dont ils font partie.*

Peroxyde de fer.	Peroxyde de cuivre.
Protoxyde d'étain.	Oxyde de bismuth.
Protoxyde de plomb.	Peroxyde de mercure.
Protoxyde de mercure.	Oxyde d'argent.
Peroxyde d'étain.	Oxyde d'or.
Protoxyde d'antimoine.	Peroxyde de platine.

Déposez sur une capsule quelques gouttes de la solution saline *acidifiée,* ou bien prenez à l'extrémité d'un petit tube ouvert (281) une goutte de cette liqueur, et ajoutez en excès une dissolution concentrée d'acide *hydrosulfurique,* en observant les précautions prescrites :

Si le précipité produit dans la dissolution saline acide par l'acide hydrosulfurique est *blanc laiteux,* la base est..... *Peroxyde de fer.*

Si ce même précipité est *brun foncé*, la base est..... *Protoxyde d'étain.*

Si ce même précipité est *jaune*, la base est..... *Peroxyde d'étain.*

Si ce même précipité est *rouge orangé*, la base est..... *Protoxyde d'antimoine.*

Si ce même précipité est *noir*, la base est une des suivantes : Pour les distinguer entre elles, opérez comme il va être dit, et successivement dans l'ordre écrit, sur de petites portions de la solution saline neutre.

Ajoutez de l'*ammoniaque* à la solution saline; si celle-ci prend une couleur *bleu foncé*, sans que l'addition d'un excès d'ammoniaque produise un précipité fixe, la base est..... *Peroxyde de cuivre.*

Étendez de beaucoup d'*eau* la solution saline très-concentrée : s'il se produit un *trouble laiteux*, la base est..... *Oxyde de bismuth.*

Ajoutez à la solution saline une goutte d'*acide hydrochlorique* : s'il se produit un précipité *blanc*, soluble dans l'ammoniaque, la base est..... *Oxyde d'argent.*

Si ce dernier précipité *blanc* ne se dissout pas dans l'*ammoniaque*, qui le colore seulement en *brun*, la base est..... *Protoxyde de mercure.*

Si ce même précipité *blanc* ne se dissout pas dans l'*ammoniaque*, qui en même temps ne *change pas sa couleur*, la base est..... *Oxyde de plomb.*

Ajoutez de l'*ammoniaque* à la solution neutre saline : s'il se forme un précipité *blanc*, la base est..... *Peroxyde de mercure.*

Ajoutez à la solution saline du *carbonate de soude* : s'il se forme un précipité *jaune*, la base est..... *Peroxyde de platine.*

Ajoutez à la solution saline une dissolution concentrée de *protosulfate de fer* : s'il se forme un précipité *brun*, qui, après s'être déposé, a toutes les qualités de l'or métallique, la base est..... *Oxyde d'or.*

953. Si la base cherchée est comprise dans les précédentes, il faut recourir au tableau V (1096) et vérifier l'exactitude de

la recherche, en examinant l'action des réactifs indiqués et propres à faire reconnaître sûrement cette base.

954. Nous avons réuni dans le tableau (I) ci-contre les réactions que nous venons de décrire; son usage sera commode, et la manière de s'en servir n'offrira aucune difficulté après la lecture attentive de ce qui précède.

955. Nota. Dans les tableaux suivants, nous employons quelques signes qu'il faut expliquer. La lettre T indique qu'il faut un certain temps pour que le précipité apparaisse; la lettre C indique qu'il faut chauffer légèrement pour déterminer le précipité. Chaque colonne indique la couleur du précipité que le réactif employé produit, et les remarques inscrites dans ces mêmes colonnes sont relatives au précipité formé.

956 *Manière de distinguer entre eux les oxydes suivants dans la dissolution aqueuse des sels dont ils font partie.*

Protoxyde de chrome.	Protoxyde de nickel.
Protoxyde de manganèse.	Protoxyde de zinc.
Protoxyde de fer.	Alumine.
Protoxyde de cobalt.	

Déposez sur une capsule quelques gouttes de la solution saline concentrée et neutre, ou bien prenez à l'extrémité d'un petit tube ouvert (292) une goutte de cette liqueur, et ajoutez une dissolution d'*hydrosulfate d'ammoniaque.*

Si le précipité produit par l'*hydrosulfate d'ammoniaque* dans la solution saline concentrée et neutre est *verdâtre,* la base est..	*Protoxyde de chrome.*
Si ce même précipité est *couleur de chair* et noircit à l'air, la base est.....	*Protoxyde de manganèse.*
Si ce même précipité est *noir,* la base est un des trois oxydes suivants : pour les distinguer, versez dans la solution saline du *carbonate de soude :* si le précipité, d'abord *blanc,* devient *vert,* puis *rouge brun,* à l'air, la base est.....	*Protoxyde de fer.*
Si par l'addition du *carbonate de soude* dans la solution saline, le précipité est *rose,* la base est.....	*Protoxyde de cobalt.*
Si par l'addition du *carbonate de soude* dans la solution saline, le précipité est *vert*	

TABLEAU I. — DES OPÉRATIONS SUCCESSIVES A FAIRE POUR RECONNAITRE ENTRE EUX LES OXYDES SUIVANTS.

RÉACTIFS en dissolution concentrée à ajouter successivement dans la solution saline concentrée.	PEROXYDE DE FER.	PROTOXYDE D'ÉTAIN.	PROTOXYDE D'ANTIMOINE.	PEROXYDE D'ÉTAIN.	PEROXYDE DE CUIVRE.	OXYDE DE BISMUTH.	OXYDE D'ARGENT.	OXYDE DE PLOMB.	PROTOXYDE DE MERCURE.	PEROXYDE DE MERCURE.	PEROXYDE DE PLATINE.	OXYDE D'OR.
ACIDE HYDROSULFURIQUE (*dans la solution saline acidifiée*).....	Blanc laiteux.	Brun foncé. T.	Rouge orangé. T. C.	Jaune. T.	Noir.	Noir.	Noir.	Noir.	Noir.	Noir.	Noir.	Noir.
AMMONIAQUE EN EXCÈS; *la liqueur se colore en*.....					Bleu.							
EAU EN EXCÈS; *la liqueur se trouble en*.....						Blanc laiteux.						
ACIDE HYDROCHLORIQUE (*quelques gouttes*).....							Blanc. *Solub. dans l'ammoniaque.*	Blanc. *Insol. dans l'ammoniaque, qui ne change pas sa couleur.*	Blanc. *Insol. dans l'ammoniaque, qui le brunit.*			
AMMONIAQUE.....										Blanc.		
CARBONATE DE SOUDE.....											Jaune.	
PROTOSULFATE DE FER.....												Brun.

Voyez 1095 et 955 l'explication des signes employés dans ce Tableau.

acir, la base est..... *Protoxyde de nickel.*

Ajoutez à la solution saline quelques gouttes d'*ammoniaque* : s'il se forme un précipité *blanc*, la base est une des deux suivantes :

Si ce précipité *blanc* est *soluble* dans l'*ammoniaque*, la base est..... *Protoxyde de zinc.*

Si ce précipité *blanc* est *insoluble* dans l'*ammoniaque*, la base est..... *Alumine.*

957. Si la base cherchée est comprise dans les précédentes, il faut recourir au tableau VI (1097), et vérifier l'exactitude de la recherche, en examinant l'action des réactifs indiqués et propres à faire reconnaître sûrement cette base.

958. Nous avons réuni dans le tableau suivant II les réactions, que nous venons de décrire : son usage sera facile après une lecture attentive de ce qui précède.

TABLEAU II.

DES OPÉRATIONS A FAIRE SUCCESSIVEMENT POUR RECONNAITRE ENTRE EUX LES OXYDES SUIVANTS.

RÉACTIFS EN DISSOLUTION CONCENTRÉE à ajouter successivement dans LA SOLUTION SALINE NEUTRE CONCENTRÉE.	PROTOXYDE de CHROME.	PROTOXYDE de MANGANÈSE.	PROTOXYDE de FER.	PROTOXYDE de COBALT.	PROTOXYDE de NICKEL.	PROTOXYDE de ZINC.	ALUMINE.
HYDROSULFATE D'AMMONIAQUE...	Verdâtre.	Couleur de chair. *Noircit à l'air.*	Noir.	Noir.	Noir.	Blanc.	Blanc.
CARBONATE DE SOUDE.....			Blanc sale. *Verdit et rougit à l'air.*	Rose.	Vert clair.	»	»
AMMONIAQUE (*quelques gouttes*).....						Blanc. *Soluble dans l'ammoniaque.*	Blanc. *Insoluble dans l'ammoniaque.*

959. *Manière de distinguer entre elles les bases suivantes dans la dissolution aqueuse des sels dont elles font partie :*

Magnésie.	Strontiane.
Baryte.	Chaux.

960. Dans la solution saline neutre et concentrée, ajoutez de l'*ammoniaque* : s'il se fait un précipité *blanc floconneux*, la base est..... *Magnésie.*

Dans la solution saline neutre et très-concentrée, versez du *sulfate de strontiane* en dissolution : si la liqueur se *trouble*, la base est..... *Baryte.*

Dans la solution saline neutre et très-concentrée, versez du *sulfate de chaux* en dissolution : si la liqueur se *trouble*, la base est..... *Strontiane.*

Dans la solution saline neutre et concentrée, versez une dissolution d'*acide oxalique* ou de *bi-oxalate de potasse* (*sel d'oseille*) ; s'il se produit un précipité blanc, la base est..... *Chaux.*

961. Si la base cherchée est comprise dans les précédentes, il faut recourir au tableau VII (1098) et vérifier l'exactitude de la recherche en examinant l'action des réactifs indiqués et propres à faire reconnaître sûrement cette base.

962. Nous avons réuni dans le tableau III suivant les réactions que nous venons de décrire; son usage est facile après la lecture de ce qui précède.

TABLEAU III.

DES OPÉRATIONS A FAIRE SUCCESSIVEMENT POUR RECONNAITRE ENTRE EUX LES OXYDES SUIVANTS :

RÉACTIFS EN DISSOLUTION CONCENTRÉE à ajouter successivement dans la solution saline neutre et très-concentrée.	MAGNÉSIE.	BARYTE.	STRONTIANE.	CHAUX.
CARBONATE DE SOUDE....	Blanc.	Blanc.	Blanc.	Blanc.
AMMONIAQUE	Blanc. *Floconneux.*	»	»	»
SULFATE DE STRONTIANE, *la liqueur se*		Trouble. T.	»	»
SULFATE DE CHAUX, *la liqueur se*..... ...			Trouble. T.	»
ACIDE OXALIQUE OU BI-OXALATE DE POTASSE				Blanc.

Voyez (955) l'explication des signes employés dans ce tableau.

963. *Manière de distinguer entre elles les bases suivantes dans la dissolution aqueuse des sels dont elles font partie.*

Lithine.	Potasse.
Soude.	Ammoniaque.

964. Dans la solution saline concentrée, légèrement alcalinisée par l'ammoniaque, ajoutez du *phosphate de soude* : s'il se forme un précipité *blanc*, la base est..... *Lithine.*

Dans la solution saline concentrée, versez du *chlorure de platine* dissous dans l'alcool : s'il ne se produit *pas de précipité*, la base est..... *Soude.*

Ajoutez à la solution saline très-concentrée, de la *potasse* en dissolution concentrée : s'il se dégage une *odeur ammoniacale*, et si une baguette mouillée d'*acide hydrochlorique* non fumant, exposée au-dessus de la liqueur, se couvre de *vapeurs blanches*, la base est... *Ammoniaque*.

Dans la solution saline concentrée, versez du *chlorure de platine* dissous dans l'alcool : s'il se produit un précipité *jaune*, la base est..... *Potasse*.

965. Si la base cherchée est comprise dans les précédentes, il faut recourir au tableau VIII (1099), et vérifier l'exactitude de la recherche, en examinant l'action des réactifs indiqués et propres à faire reconnaître sûrement cette base.

966. Nous avons réuni dans le tableau IV suivant les réactions que nous venons de décrire, et qu'il faut produire successivement :

TABLEAU IV.

RÉACTIFS EN DISSOLUTION CONCENTRÉE à ajouter successivement dans la solution saline.	LITHINE.	SOUDE.	POTASSE.	AMMONIAQUE.
PHOSPHATE DE SOUDE (*dans la solution alcalinisée par l'ammoniaque*) ...	Blanc. T.	»	»	»
CHLORURE DE PLATINE ALCOOLIQUE....		Nul.	Jaune. T.	Jaune. T.
POTASSE			»	Odeur ammoniacale.

Voyez (955) l'explication des signes employés dans ce tableau.

967. RECHERCHE DE L'ACIDE.

1° Versez quelques gouttes d'acide sulfuriq. sur un fragment du sel soumis à l'analyse, et chauffez légèrement.

EFFERVESCENCE.

Inodore; une baguette trempée dans l'ammoniaque, exposée au gaz qui se dégage, se couvre à peine de fumée blanche .....(1021) *Acide carbonique.*

Odeur piquante ; une baguette trempée dans l'ammoniaque, exposée au gaz qui se dégage, se couvre d'épaisses vapeurs blanches .....(1030) *Acide hydrochloriq.*

Odeur piquante; une baguette trempée dans l'ammoniaque, exposée au gaz qui se dégage, ne se couvre pas de fumée blanch. *Acide sulfureux.*

Odeur piquante avec dépôt de soufre de couleur grise..... *Acide hyposulfureux*

Odeur d'œufs pourris; en opérant sur une lame d'argent, celle-ci est noircie à l'endroit où est déposé le sel.. (1089) *Acide hydrosulfuriq.*

Inodore; il se dégage un mélange inflammable d'oxyde de carbone et d'acide carbonique (*ce caractère est faible*; *nous en donnerons plus loin un meilleur*)..... (1063) *Acide oxalique.*

Il se produit de petites *détonations* avec dégagem. d'un gaz *verdâtre*. *Acide chlorique.*

Il se dégage des vapeurs de couleur *violette* ..... (1045) *Acide hydriodique.*

S'il se dégage des vapeurs de couleur *rousse*, c'est un des deux acides suivants :

Versez dans la solution saline du *nitrate d'argent*, il se forme un précipité *blanc*, qui sera lavé, séché et chauffé au rouge dans un tube fermé : s'il se dégage de l'*oxygène*, reconnaissable en introduisant une allum. en ignition, c'est (1007) *Acide bromique.*

Si par cette calcination il ne se dégage pas d'oxygène, c'est (1014) *Acide hydrobromiq.*

2° Humectez d'*acide sulfurique* le sel en poudre mélangé d'un peu de *limaille de cuivre*, et chauffez légèrement.
- *Vapeurs rutilantes*.... (1055) *Acide nitrique.*
- *Vapeurs violettes*..... (1040) *Acide iodique.*

3° Dans la solution concentrée du sel, versez du *nitrate de baryte.*
- S'il se forme un précipité *blanc* tout à fait insoluble dans une très-grande quantité d'eau (1081) *Acide sulfurique.*
- S'il se forme un précipité de couleur *jaune-serin*.. (1035) *Acide chromique.*

4° dans la solution concentrée du sel, versez du *nitrate d'argent.*
- Précipité *brun*..... (985) *Acide arsénique.*
- Précipité *jaune-serin*, c'est un des deux acides suivants :
  - Ajoutez à la solution saline de l'*acide hydrosulfurique* : s'il se forme après un certain temps un précipité *jaune*, c'est..... (985) *Acide arsénieux.*
  - Si après l'addition de l'*acide hydrosulfurique* dans la solution saline acide, il ne se forme *pas* de précipité (1070) *Acide phosphorique.*

5° Humectez d'acide sulfurique le sel en poudre; arrosez-le d'*alcool*, et mettez le feu; si celui-ci brûle avec une flamme *verte*, c'est (1000) *Acide borique.*

6° Dans la solution concentrée du sel, ajoutez de l'*acide hydrochlorique*: s'il se forme une *gelée transparente*, insoluble, c'est..... (1076) *Acide silicique.*

7° Arrosez d'*acide sulfurique* le sel sec, et chauffez légèrement : si vous sentez une odeur piquante de *vinaigre*, c'est ..... *Acide acétique.*

8° Dans la solution concentrée du sel, versez du *sulfate de chaux* en dissolution : si la liqueur se *trouble*, c'est ..... (1063) *Acide oxalique.*

9° Essayez de graver le verre, comme il est dit..... (1051) *Acide hydrofluorique.*

968. La nature de l'acide étant trouvée, il faut vérifier

l'exactitude du résultat en examinant l'action des réactifs propres à faire reconnaître sûrement la présence de l'acide en question ; les nombres placés devant chaque acide renvoient aux articles où cette seconde analyse est exposée avec détail.

969. § 2. *Analyse des sels métalliques insolubles dans l'eau et solubles dans les acides.*

Nous commencerons par rechercher la nature de la base, et, celle-ci trouvée, nous chercherons celle de l'acide.

970. RECHERCHE DE LA BASE.

Pulvérisez finement la substance et dissolvez-la à chaud, s'il est nécessaire, dans l'acide hydrochlorique. Si cet acide déterminait un précipité blanc, ou s'il ne dissolvait pas, il faudrait dissoudre la matière dans l'acide nitrique ou mieux dans une eau régale, composée de 1 p. acide nitrique et 2 p. acide hydrochlorique.

971. 1° La dissolution terminée, déposez-en quelques gouttes dans une capsule ; étendez d'eau et versez par-dessus une solution très-concentrée d'acide *hydrosulfurique :* s'il se forme un précipité, le sel soumis à l'analyse a pour base une des suivantes :

Peroxyde de fer.	Protoxyde de plomb.
Protoxyde d'étain.	Protoxyde de mercure.
Peroxyde d'étain.	Peroxyde de mercure.
Protoxyde d'antimoine.	Oxyde d'argent.
Peroxyde de cuivre.	Oxyde d'or.
Oxyde de bismuth.	Peroxyde de platine.

Voyez (972) la manière de distinguer ces oxydes entre eux. Nous recommandons de ne pas négliger les précautions indiquées (947) dans l'observation du précipité.

972. 2° Si la dissolution acide du sel soumis à l'analyse n'est pas précipitée par l'acide hydrosulfurique, déposez dans une capsule quelques gouttes de la première solution, sursaturée

par l'ammoniaque, et qu'il se forme ou non un précipité, versez par-dessus une dissolution d'*hydrosulfate d'ammoniaque :* s'il se forme un précipité, le sel soumis à l'analyse a pour base une des suivantes :

Oxyde de chrome.	Alumine.
Oxyde de manganèse.	Baryte.
Protoxyde de fer.	Strontiane.
Oxyde de cobalt.	Chaux.
Oxyde de nickel.	Magnésie.
Oxyde de zinc.	

Voyez (976) la manière de distinguer ces bases entre elles.

973. 3° Si la solution acide du sel n'est pas précipitée par l'acide hydrosulfurique, et si cette même solution, sursaturée par l'ammoniaque, n'est pas précipitée par l'hydrosulfate d'ammoniaque, déposez dans une capsule quelques gouttes de la dissolution acide du sel étendue d'eau, et versez par-dessus une dissolution de *carbonate de soude :* s'il se forme de suite ou après une longue ébullition un précipité *blanc,* ce sel soumis à l'analyse a pour base une des suivantes :

Baryte.	Chaux.
Strontiane.	Magnésie.

Voyez (979) la manière de distinguer ces bases entre elles.

973 *bis.* Après avoir trouvé par les essais précédents la série dans laquelle se trouve comprise la base cherchée, il reste à distinguer celle-ci des autres qui s'y trouvent également comprises.

974. *Manière de distinguer entre eux les oxydes suivants dans la dissolution acide des sels insolubles dont ils font partie.*

Peroxyde de fer.	Protoxyde de plomb.
Protoxyde d'étain.	Protoxyde de mercure.
Peroxyde d'étain.	Peroxyde de mercure.
Protoxyde d'antimoine.	Oxyde d'argent.
Peroxyde de cuivre.	Oxyde d'or.
Oxyde de bismuth.	Peroxyde de platine.

975. Nous avons vu (952) la manière de distinguer ces oxydes entre eux ; nous recommandons de ne pas négliger les pré-

cautions recommandées (947) dans l'observation du précipité.

Si le précipité formé est *jaune*, il peut être dû à la présence de l'arsenic : dans ce cas, n'omettez pas de traiter la substance comme il est dit (988), pour reconnaître, s'il y a lieu, la présence de ce corps.

976. *Manière de distinguer entre eux les oxydes suivants dans la dissolution acide des sels insolubles dont ils font partie.*

Oxyde de chrome.	Alumine.
Oxyde de manganèse.	Baryte.
Protoxyde de fer.	Strontiane.
Oxyde de cobalt.	Chaux.
Oxyde de nickel.	Magnésie.
Oxyde de zinc.	

977. Déposez sur une capsule quelques gouttes de la solution saline acide, préalablement sursaturée par l'ammoniaque, ou bien prenez à l'extrémité d'un petit tube ouvert (292) une goutte de la liqueur et ajoutez de l'*hydrosulfate d'ammoniaque*.

Si le précipité produit par l'*hydrosulfate d'ammoniaque* a la *couleur de chair* ou si la sursaturation avec l'ammoniaque a déjà produit un précipité qui prend cette teinte *couleur de chair* par l'addition de l'hydrosulfate d'ammoniaque, la base est..... *Protoxyde de manganèse.*

Si ce même précipité est *verdâtre*, la base est ..... *Oxyde de chrome.*

Si ce même précipité est *noir*, la base est un des trois oxydes suivants : pour les distinguer, opérez comme il va être dit :

Si par l'addition du *cyanoferrure rouge de potassium* dans la solution saline, il se forme un précipité *bleu*, la base est..... *Protoxyde de fer.*

Si une perle de *borax* (686) légèrement humectée de la solution saline, fondue au chalumeau, se colore en *bleu*, la base est.. *Oxyde de cobalt.*

Si par la sursaturation par l'*ammoniaque* de la solution saline acide, celle-ci se colore en *bleu*, la base est..... *Oxyde de nickel.*

Si le précipité produit par l'*hydrosulfate d'ammoniaque* dans la solution acide est

blanc, ou si la sursaturation de la dissolution acide du sel avec l'ammoniaque a déterminé un précipité blanc qui ne change pas de couleur par l'addition de l'hydrosulfate d'ammoniaque, la base est une des des deux suivantes ; pour les distinguer, opérez ainsi :

Si le sel traité sur le charbon au chalumeau (762) avec du *nitrate de cobalt* se colore en *vert*, la base est..... *Oxyde de zinc.*

Si le sel traité sur le charbon au chalumeau (695) avec du *nitrate de cobalt* se colore en *bleu*, la base est..... *Alumine.*

Si l'*acide sulfurique* étendu produit dans la solution saline acide très-étendue d'eau un précipité *blanc*, la base est une des deux suivantes : pour les distinguer, opérez ainsi :

Versez dans la solution saline acide du *sulfate de strontiane* : s'il se forme un précipité *blanc*, la base est..... *Baryte.*

Si par l'addition du *sulfate de strontiane* dans la solution saline acide il ne se forme pas de précipité, la base est..... *Strontiane.*

Si, en ajoutant dans la dissolution saline acide très-concentrée de l'*acide sulfurique*, puis de l'*alcool*, il se forme un précipité *blanc*, la base est..... *Chaux.*

Si le sel, traité sur le charbon au chalumeau (682), avec du *nitrate de cobalt*, se colore en *rouge pâle*, la base est..... *Magnésie.*

978. Si la base cherchée est comprise dans les précédentes, il faut recourir aux tableaux VI et VII (1097 et 1098) et vérifier l'exactitude de la recherche en examinant l'action des réactifs indiqués et propres à faire reconnaître sûrement cette base.

979. *Manière de distinguer entre elles les bases suivantes dans la dissolution acide des sels insolubles dont elles font partie.*

Baryte.	Chaux.
Strontiane.	Magnésie.

980. Si par l'addition du *sulfate de potasse* ou *de*

soude dans la solution saline acide très-étendue d'eau, il se forme sur-le-champ un précipité *blanc*, la base est une des deux suivantes : pour les distinguer, opérez ainsi :

Si par l'addition du *sulfate de strontiane* dans la solution saline acide, il se forme au bout de quelque temps un précipité *blanc*, la base est..... *Baryte.*

Si par l'addition du *sulfate de strontiane* dans la solution saline acide, il ne se forme *pas de précipité*, la base est..... *Strontiane.*

Si par l'addition du *bi-oxalate de potasse* dans la solution saline acide, neutralisée par l'ammoniaque, et à laquelle on ajoute un peu d'hydrochlorate d'ammoniaque, il se forme un précipité *blanc*, la base est..... *Chaux.*

Si par l'addition du *phosphate de soude* dans la solution saline acide neutralisée par l'ammoniaque, à laquelle on a ajouté un peu d'hydrochlorate d'ammoniaque, il se forme un précipité *blanc*, la base est..... *Magnésie.*

981. Si la base cherchée est comprise dans les précédentes, il faut recourir au tableau VII (1098) et vérifier l'exactitude de la recherche en examinant l'action des réactifs indiqués et propres à faire reconnaître sûrement cette base.

982. RECHERCHE DE L'ACIDE.

Vous reconnaîtrez la nature de l'acide en combinaison par les procédés déjà indiqués (967). Cependant les caractères donnés pour reconnaître les acides *arsénique, arsénieux* et *phosphorique* ne conviennent plus : pour en constater la présence dans les sels insolubles, vous ferez les opérations indiquées (985) (994) pour les acides arsénieux et arsénique, et (971) pour l'acide phosphorique.

983. Au reste, la recherche de l'acide dans les sels insolubles peut être ramenée complétement à celle de l'acide dans les sels solubles, en convertissant le sel insoluble dans l'eau en un sel soluble. A cet effet, pulvérisez très-finement 1 gramme du sel insoluble soumis à l'analyse et faites-le bouillir pendant une heure dans une capsule, en remuant, de temps en temps, avec 5 grammes de carbonate de soude et 30 grammes d'eau. Après

cette ébullition, la base du sel se précipite en combinaison avec l'acide carbonique, et l'acide cherché forme un nouveau sel à base de soude, qui reste en dissolution ; filtrez, et la liqueur contiendra le nouveau sel, plus l'excès du carbonate de soude non décomposé ; ajoutez peu à peu de l'acide nitrique en excès, pour décomposer celui-ci; évaporez à siccité, et le résidu salin se composera de nitrate de soude et d'un autre sel soluble à base de soude, et dont l'acide sera celui que l'on cherche. Vous opérerez sur ce dernier sel comme il est dit (967), pour découvrir la nature de son acide.

---

984. Après avoir exposé la marche à suivre pour reconnaître la nature de la base et de l'acide combinés ensemble dans le sel soumis à l'analyse, nous allons exposer tous les caractères à l'aide desquels on peut constater avec certitude leur présence. Il est indispensable, dans l'analyse d'un sel, après avoir procédé aux recherches préliminaires que nous avons indiquées, de vérifier l'exactitude du résultat obtenu, et d'examiner si elle est confirmée par les réactifs propres et caractéristiques, soit de la base, soit de l'acide.

985. ARSÉNIATES.

Caractères distinctifs.

986. Le sel sec, mélangé de *carbonate de soude* et chauffé sur le charbon dans la flamme intérieure du chalumeau, dégage une odeur d'*ail* très-prononcée et caractéristique.

987. Les *chlorures de baryum et de calcium*, l'*eau de chaux* et l'*eau de baryte* produisent, dans la solution concentrée des arséniates solubles dans l'eau, un précipité *blanc* soluble dans les acides et l'hydrochlorate d'ammoniaque. Ce précipité, qui est un arséniate de chaux ou de baryte, sera recueilli sur un filtre, lavé, séché, puis mélangé de charbon en poudre ou mieux d'oxalate de chaux bien sec et d'un peu d'acide borique, introduit dans un petit tube (89) fermé à un bout et chauffé au rouge ; l'arsenic mis en liberté se volatilise et se condense intérieurement sous forme d'un enduit noir et brillant et miroitant. Brisez le tube, recueillez ce sublimé, posez-le sur un charbon rouge, et vous sentirez l'odeur d'ail qui caractérise l'arsenic, en même temps que se dégagent d'épaisses fumées blanches.

988. L'*acide hydrosulfurique*, ajouté à une solution concentrée et chaude d'un arséniate, légèrement acidifiée par l'acide hydrochlorique, détermine, au bout de quelque temps, un précipité *jaune* de sulfure d'arsenic, très-soluble dans l'hydrosulfate d'ammoniaque, la potasse et l'ammoniaque ; ce précipité sera recueilli sur un filtre, lavé, séché, mêlé avec un excès d'oxalate de chaux sec et un peu de carbonate d'ammoniaque, introduit dans un petit tube (89) fermé à un bout et chauffé au rouge ; l'arsenic mis en liberté se volatilise et se condense intérieurement sous forme d'un enduit noir brillant et miroitant : brisez le tube, recueillez le sublimé, projetez-le sur un charbon rouge, et vous sentirez l'odeur d'ail qui caractérise l'arsenic.

989. Le *nitrate de plomb* détermine dans la solution neutre et concentrée des arséniates solubles un précipité *blanc*. Ce précipité recueilli sur un filtre, lavé, séché, puis chauffé sur le charbon dans la flamme intérieure du chalumeau, se réduit en plomb

métallique, en dégageant une épaisse fumée blanche et l'odeur d'ail caractéristique de l'arsenic.

990. Le *nitrate d'argent* produit dans la même solution un précipité *brun*, soluble dans l'ammoniaque et l'acide nitrique.

991. Le *sulfate de cuivre* forme dans la même solution un précipité *bleu verdâtre*.

992. Le sel sec, mélangé de charbon en poudre et d'acide borique, chauffé au rouge dans un tube fermé à un bout, donne un miroir d'arsenic métallique, qui se dépose intérieurement.

993. Le procédé d'analyse que nous allons indiquer, et qui est dû à M. Marsh, est le meilleur et décèle les moindres traces d'arsenic, quel que soit le corps avec lequel celui-ci soit combiné.

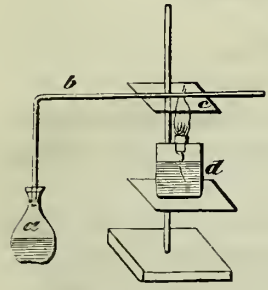


Fig. 217.

Disposez l'appareil ci-contre : il se compose d'une fiole (*a*) de 1 décilitre de capacité environ, surmontée à l'aide d'un bouchon d'un tube de verre (*b*) de 0^m002 à 0^m003 de diamètre intérieur, ouvert aux deux bouts et courbé à angle droit; la branche horizontale aura 0^m20 de longueur environ et devra reposer dans son milieu sur un support carré (*c*) pour l'empêcher de se courber par l'application de la chaleur. Dans la fiole introduisez 20 grammes de zinc coupé en menus morceaux, et versez pardessus un mélange de 30 grammes acide sulfurique et 50 grammes d'eau, auquel vous aurez ajouté préalablement une petite quantité de la solution concentrée du composé arsenical. Cette solution sera faite dans l'eau, si le composé y est soluble, et dans l'acide hydrochlorique, si celui-ci est insoluble dans l'eau. Cela fait, versez dans la fiole une légère couche d'huile, pour empêcher les bulles gazeuses, qui se dégagent en abondance, de projeter ou soulever la liqueur, et adaptez le bouchon muni de son tube. Attendez environ deux minutes, si le dégagement de l'hydrogène se fait bien, et seulement alors chauffez avec la lampe à alcool (*d*) la branche horizontale du tube

à l'endroit où elle est supportée, de manière à le faire rougir. Bientôt, et un peu au delà de ce point, une couche noire et miroitante d'arsenic métallique se dépose dans l'intérieur du tube. Il est important d'attendre que tout l'air contenu dans l'appareil ait été expulsé au dehors par l'hydrogène qui se dégage, avant d'appliquer la chaleur ; sans cette précaution, le mélange intérieur et détonant d'hydrogène et d'air s'enflammerait et pourrait briser l'appareil. Dans cette opération, l'hydrogène, qui se dégage, se combine avec l'arsenic et se transforme en partie en hydrogène arsénique, qui est décomposé par la chaleur.

994. ARSÉNITES ET ACIDE ARSÉNIEUX.

Caractères distinctifs.

995. La présence de l'acide arsénieux dans les arsénites se reconnaît de la même manière que celle de l'acide arsénique dans les arséniates (985).

996. On peut constater d'une manière rigoureuse la présence de l'arsenic dans les plus petites quantités d'acide arsénieux par le procédé suivant : effilez (187) un tube de verre à la lampe, jusqu'à ce que son diamètre soit devenu égal à celui d'une très-forte aiguille à tricoter, et fermez l'extrémité du rétrécissement, qui ne doit avoir que $0^{m}02$ de longueur. Cela fait, introduisez dans le bout fermé (*a*) la petite quantité d'acide arsénieux que vous vous proposez d'examiner, et qui peut ne pas s'élever à $0^{gr}001$; puis glissez par-dessus un fragment entier de charbon, et qui doit occuper la portion du tube comprise entre les points (*b*) et (*c*); chauffez alors le tube avec ménagement entre (*b*) et (*c*), dans l'endroit où se trouve le charbon, en le plongeant dans la flamme de la lampe à alcool, et quand celui-ci est devenu rouge, chauffez le point (*a*), de manière que les vapeurs d'acide arsénieux soient obligées de passer sur le char-

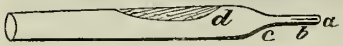


Fig. 218.

bon rouge; l'acide se réduit ainsi, et produit dans la partie froide du tube en (*d*) un miroir d'arsenic métallique noir. Coupez le tube en (*c*) et chauffez-le un instant en (*d*), afin de vous convaincre par l'odeur d'ail qui se dégage, que le miroir obtenu est réellement produit par de l'arsenic métallique.

997. Dans la solution aqueuse concentrée de l'acide arsénieux, les *chlorures de baryum, de calcium,* l'*eau de baryte,* le *nitrate d'argent,* le *sulfate de cuivre,* l'*hydrosulfate d'ammoniaque,* ne produisent pas de précipité. L'*eau de chaux* y détermine un précipité *blanc* d'arsénite de chaux, qu'on traitera comme l'arséniate de chaux (987).

998. L'*acide hydrosulfurique* forme avec le temps et la chaleur, dans la même solution concentrée, un précipité *jaune* de sulfure d'arsenic, qui paraît aussitôt, en acidifiant la solution par quelques gouttes d'acide hydrochlorique. Ce sulfure sera traité comme il est dit aux arséniates (988) : il est très-soluble dans l'hydrosulfate d'ammoniaque, la potasse et l'ammoniaque.

999. Dans la solution aqueuse concentrée de l'acide arsénieux saturée par l'ammoniaque, les *chlorures de baryum, de calcium,* l'*eau de chaux, de baryte,* le *nitrate de plomb,* produisent avec le temps un précipité *blanc;* l'*acide hydrosulfurique,* un précipité *jaune,* le *nitrate d'argent,* un précipité *jaune;* et le *sulfate de cuivre,* un précipité *vert-serin,* soluble dans l'ammoniaque et la potasse.

1000. BORATES.

Caractères distinctifs.

1001. Le sel sec pulvérisé, placé dans une capsule, humecté d'acide sulfurique, puis arrosé d'*alcool,* communique à la flamme de celui-ci, quand on y met le feu, une *couleur verte* prononcée, surtout lorsqu'on agite avec une baguette de verre.

1002. Les *chlorures de baryum et de calcium* déterminent dans la solution concentrée du sel un précipité *blanc* soluble dans beaucoup d'eau et l'hydrochlorate d'ammoniaque.

1003. Les *nitrates de plomb* et *d'argent* y produisent un pré-

cipité blanc, peu soluble dans l'eau, soluble dans l'ammoniaque et l'acide nitrique étendu.

1004. Le *protonitrate de mercure* y forme un précipité *brun*, peu soluble dans l'eau.

1005. Le sel sec, fondu sur le fil de platine avec un flux composé de 1 partie *spath-fluor* et 4 $^1/_2$ de *bisulfate de potasse*, colore en *vert* la flamme intérieure du chalumeau.

1006. L'acide borique délayé dans l'*alcool* colore en *vert* la flamme de celui-ci, quand on y met le feu.

1007. BROMATES.

Caractères distinctifs.

1008. Le sel sec introduit dans un tube fermé et humecté d'acide *sulfurique* dégage du brôme, reconnaissable à sa *couleur rousse*.

1009. Le sel sec chauffé au rouge dans un tube fermé dégage de l'*oxygène*, reconnaissable à ses propriétés.

1010. Le sel sec enfermé dans un papier avec du *soufre* ou du *phosphore* détone sous le choc du marteau.

1011. La dissolution concentrée du sel *brunit* à l'aide d'une légère chaleur, par l'addition de quelques gouttes d'acide *sulfurique* ou *nitrique*.

1012. La dissolution concentrée du sel fournit avec le *nitrate d'argent* un précipité *blanc*, insoluble dans l'eau et l'acide nitrique étendu, soluble dans l'ammoniaque.

1013. La même solution donne avec le *nitrate de plomb* un précipité *blanc*, soluble dans beaucoup d'eau.

1014. BROMURES.

Caractères distinctifs.

1015. Le *nitrate d'argent* détermine dans la solution concentrée du sel un précipité *blanc*, soluble dans l'ammoniaque, insoluble dans l'acide nitrique étendu, et qui ne change pas de couleur à la lumière.

1016. Le *protonitrate de mercure* y forme un précipité *blanc jaunâtre.*

1017. Le *nitrate de plomb* y produit un précipité *blanc* insoluble dans beaucoup d'eau.

1018. L'*acide nitrique* colore en *jaune*, à l'aide d'une légère chaleur, la solution concentrée du sel.

1019. Le sel sec arrosé d'*acide sulfurique* ou *nitrique*, donne naissance, à l'aide d'une légère chaleur, à des vapeurs de brôme, reconnaissables à leur *couleur rousse*. Le bromure de mercure échappe à ce caractère.

1020. Fondez, avec le chalumeau, sur le fil de platine, un globule de *sel de phosphore*, dans lequel vous dissoudrez un peu de peroxyde de cuivre, de manière à obtenir une perle d'un vert sombre; ajoutez une petite quantité de bromure, et fondez de nouveau; la perle s'entoure d'une *flamme bleue verdâtre.*

1021. CARBONATES.

Caractères distinctifs.

1022. Un fragment de sel immergé dans un *acide* quelconque donne lieu à une vive *effervescence* due au dégagement de l'acide carbonique libre; quelques carbonates insolubles ne produisent cette effervescence qu'à l'aide d'une légère chaleur et lorsqu'ils sont pulvérisés.

1023. Une goutte de la solution concentrée du sel projetée dans un *acide quelconque* y produit également une *effervescence;* le gaz qui se dégage est inodore et incolore : c'est de l'acide carbonique.

1024. Les solutions des sels *alcalins* ou *terreux*, les *eaux de chaux, de baryte, de strontiane,* déterminent dans la dissolution concentrée du sel un précipité *blanc.*

1025. CHLORATES.

Caractères distinctifs.

1026. Déposez quelques grains du sel dans une capsule de

verre légèrement chauffée et ajoutez une goutte d'*acide sulfurique*, de petites *détonations* ou décrépitations se font entendre avec dégagement d'un gaz jaunâtre.

1027. Le sel sec, projeté sur un charbon rouge, *fuse* ordinairement.

1028. Chauffez le sel jusqu'à *fusion* dans un tube fermé et reconnaissez le dégagement de l'*oxygène* en plongeant une allumette en ignition.

1029. Le sel enfermé dans un papier avec du *phosphore* ou du *soufre* détone violemment par le choc d'un marteau.

1030. CHLORURES.

Caractères distinctifs.

1031. Le *nitrate d'argent* détermine dans la solution du sel un précipité *blanc*, soluble dans l'ammoniaque, insoluble dans l'acide nitrique étendu, et qui, exposé encore humide à l'action de la lumière, devient *violet*.

1032. Le sel sec pulvérisé, mélangé de *peroxyde de manganèse* et humecté d'*acide sulfurique*, dégage, à l'aide d'une légère chaleur, du *chlore* reconnaissable à son odeur et à sa couleur.

1033. Le sel sec arrosé d'*acide sulfurique* dégage, à l'aide d'une légère chaleur, de l'*acide hydrochlorique* avec effervescence. Les moindres quantités de ce gaz donnent naissance à des vapeurs blanches, quand on tient au-dessus du vase une baguette de verre trempée dans l'ammoniaque. Les chlorures de mercure et de zinc échappent à ce caractère.

1034. Dissolvez au chalumeau, sur le fil de platine, du peroxyde de cuivre dans du *sel de phosphore*, de manière à obtenir une perle d'un vert sombre; ajoutez-y un grain de chlorure et chauffez de nouveau; le verre s'entoure d'une belle *flamme bleue* tirant sur le *pourpre*, laquelle persiste tant qu'il reste de l'acide hydrochlorique.

1035. CHROMATES.

Caractères distinctifs.

1036. Le sel sec en poudre mélangé de *sel marin,* introduit dans un tube fermé à un bout et arrosé d'*acide sulfurique,* dégage, à l'aide d'une légère chaleur, un gaz *rouge* qui est du chlorure de chrôme.

1037. Le sel sec en poudre introduit dans un tube fermé à un bout, et arrosé d'acide *hydrochlorique,* dégage, à l'aide d'une légère chaleur, du *chlore* reconnaissable à sa couleur jaune et à son odeur.

1038. L'*acide hydrochlorique,* versé dans une solution concentrée du sel, colore la liqueur en *vert* à l'aide d'une légère chaleur, et en dégageant du chlore.

1039. Le sel sec, fondu sur le fil de platine dans la flamme intérieure ou extérieure du chalumeau, avec un globule de *sel de phosphore,* se colore en *beau vert.* Dans la flamme intérieure, il donne à une *perle de borax* une *couleur verte,* qui disparaît presque entièrement dans la flamme extérieure.

1040. IODATES.

Caractères distinctifs.

1041. Le sel sec *chauffé* au rouge dans un tube fermé dégage de l'*oxygène,* reconnaissable à ses propriétés, en introduisant une allumette en ignition.

1042. Le sel sec, enfermé dans un papier avec un fragment de *phosphore* ou de *soufre, détone* sous le choc du marteau.

1043. Le sel sec projeté sur un charbon rouge *fuse,* mais moins vivement que les chlorates et les nitrates.

1044. Fondez avec le chalumeau, sur le fil de platine, un globule de *sel de phosphore,* dans lequel vous dissoudrez un peu de peroxyde de cuivre, de manière à obtenir une perle d'un vert sombre ; ajoutez une petite quantité d'iodate et chauffez de nouveau : la perle s'entoure d'une belle *flamme vert foncé.*

1045. IODURES.

Caractères distinctifs.

1046. Une solution d'*amidon* colore fortement en *bleu* la solution du sel, légèrement acidifiée par l'acide nitrique : on peut remplacer cet acide par une dissolution de *chlore* ou de *chlorure de chaux*.

1047. Le *nitrate d'argent* détermine dans la solution concentrée du sel un précipité *blanc*, peu soluble dans l'ammoniaque et insoluble dans l'acide nitrique étendu.

1048. Le *protonitrate de plomb* y forme un précipité *jaune ;* le *protonitrate de mercure* y produit un précipité *rouge-cinabre*, soluble dans le réactif et l'acide hydrochlorique.

1049. Le sel sec arrosé d'*acide sulfurique* dégage, à l'aide d'une légère chaleur, des vapeurs d'iode reconnaissables à leur couleur *violette :* ce caractère est plus décisif encore si le sel a été préalablement mélangé de peroxyde de manganèse.

1050. Le sel, chauffé au chalumeau avec une perle de *sel de phosphore* tenant du peroxyde de cuivre en dissolution, donne à la flamme intérieure une belle couleur *vert-émeraude*.

1051. FLUORURES.

Caractères distinctifs.

1052. Pulvérisez finement une petite quantité de sel, placez-le dans un verre de montre, et arrosez-le d'*acide sulfurique*, de manière à en faire une pâte liquide : choisissez une lame de verre pouvant s'appliquer exactement sur le verre de montre et le recouvrir entièrement, faites-la chauffer légèrement, et frottez-la en même temps avec un morceau de cire, de manière à en couvrir la surface d'une légère couche ; puis avec une épingle ou une pointe aiguë tracez-y des caractères, en ayant soin que l'instrument pénètre jusqu'au verre et le mette à nu à l'endroit des caractères tracés ; cela fait, couvrez le verre de montre de cette lame ainsi préparée, en disposant vers l'inté-

rieur le côté ciré, et chauffez modérément avec la lampe-veilleuse ; soulevez de temps en temps la lame de verre, et si l'opération marche bien, vous verrez se dégager d'épaisses vapeurs blanches. Quand ce dégagement aura cessé, soulevez la lame de verre, frottez-la avec un linge pour enlever la cire, et les caractères primitivement tracés seront profondément *gravés* par l'acide hydrofluorique qui s'est produit. Il est important de conduire convenablement la chaleur, de manière à ne pas déterminer la fusion de la cire, qui recouvrirait les caractères tracés : il sera bon même, pour éviter cet inconvénient, de verser pendant l'opération quelques gouttes d'eau sur la partie supérieure de la lame de verre.

1053. Les *sels de chaux* déterminent dans la solution concentrée des fluorures un précipité *blanc* gélatineux, transparent, difficile à voir, et qui devient aussitôt opaque et visible par l'addition de quelques gouttes d'ammoniaque.

1054. Faites fondre sur le charbon un fort globule de *sel de phosphore,* jusqu'à ce qu'il ne se produise plus d'effervescence ; pulvérisez-le, et mélangez-le avec le fluorure en poudre ; placez le mélange dans un tube ouvert près d'une extrémité, et chauffez au chalumeau en inclinant celui-ci de manière qu'une partie du courant d'air qui alimente la flamme entre dans le tube : il se forme alors de l'acide hydrofluorique, qui se répand dans l'intérieur du tube, et le ternit dans sa longueur, particulièrement sur les points où l'humidité s'arrête.

1055. NITRATES.

Caractères distinctifs.

1056. Le sel sec pulvérisé et mélangé avec un peu de *limaille de cuivre,* introduit dans un tube fermé, et humecté d'*acide sulfurique,* dégage de l'acide nitreux, reconnaissable à ses vapeurs *rousses* et à son odeur.

1057. Le sel sec projeté sur un *charbon rouge fuse* et active la combustion.

1058. Le sel sec *chauffé au rouge* dans un tube fermé dégage de l'acide *nitreux*.

1059. Dans la solution concentrée du sel, acidifiée par quelques gouttes d'acide hydrochlorique pur, plongez un petit fragment de *feuille d'or* (qu'emploient les doreurs) : en chauffant légèrement, l'or se dissout peu à peu et colore la liqueur en *jaune*.

1060. Dans la solution concentrée du sel acidifiée par quelques gouttes d'acide sulfurique, plongez un cristal entier de *protosulfate de fer*, et chauffez ; la liqueur se colore en *brun noir* autour du cristal.

1061. Dans une solution neutre et concentrée de *protochlorure de fer*, mettez un fort globule de *mercure* préalablement *amalgamé* d'un peu de *zinc*, et déposez sur celui-ci un cristal de nitrate : après quelque temps l'amalgame est taché en *noir*.

1062. Dans une solution concentrée de sel, contenant un peu de sel marin dissous, et acidifiée par l'acide sulfurique, versez une goutte d'une dissolution d'*indigo* dans l'acide sulfurique, et faites bouillir : la liqueur, d'abord *bleue*, *jaunit* ou se *décolore*.

1063. OXALATES.

Caractères distinctifs.

1064. La dissolution aqueuse du *sulfate de chaux* détermine dans la solution concentrée de l'acide oxalique ou d'un oxalate un précipité *blanc*, insoluble dans l'eau et les acides étendus.

1065. La solution concentrée d'un *sel de chaux* produit dans la dissolution aqueuse du sel, à l'aide d'une légère chaleur, un précipité *blanc*, insoluble dans l'eau et les acides étendus.

1066. Le sel sec arrosé d'*acide sulfurique* en excès dégage avec effervescence, à l'aide de la chaleur, un mélange d'*acide carbonique* et d'*oxyde de carbone* inflammable.

1067. La solution concentrée du sel versée sur du *peroxyde de manganèse* dégage, à l'aide de la chaleur, et avec effervescence, de l'*acide carbonique*.

1068. Les oxalates alcalins et ceux de baryte, strontiane et

chaux, *chauffés au rouge* dans un tube, se changent en *carbonates* neutres, avec dégagement d'oxyde de carbone : les bioxalates alcalins émettent un mélange d'oxyde de carbone et d'acide carbonique.

1069. Les autres oxalates à base terreuse ou métallique, chauffés au rouge dans un tube, dégagent de l'oxyde de carbone, en laissant à nu, soit le métal, soit l'oxyde, suivant que l'oxyde est réductible par l'oxyde de carbone, ou que la base ne peut s'unir à l'acide carbonique, ou le perd facilement par la calcination.

1070. PHOSPHATES.

Caractères distinctifs.

1071. Le *nitrate d'argent* détermine dans la solution concentrée du sel un précipité *jaune,* soluble dans l'ammoniaque et l'acide nitrique.

1072. Le *nitrate de plomb* y produit un précipité *blanc* de phosphate de plomb, soluble dans l'acide nitrique ; ce phosphate, fondu par une bonne chaleur au chalumeau, affecte en refroidissant une cristallisatiom évidente et caractéristique.

1073. L'*eau de chaux* y forme un précipité *blanc* soluble dans les acides nitrique et hydrochlorique.

1074. Mettez dans le fond d'un petit tube fermé un peu de *potassium ;* placez par-dessus un grain de phosphate bien sec, et chauffez avec précaution jusqu'au rouge dans la flamme de l'alcool : il se forme du phosphure de potassium. Enlevez l'excès de ce métal en introduisant un globule de mercure, que vous ferez écouler après une légère agitation. Au moyen d'un tube délié, soufflez avec précaution sur la masse qui reste dans le tube, afin de l'humecter avec de l'air expiré : retirez-la, et vous sentirez l'odeur bien prononcée d'*ail* qu'elle exhale, due à la formation de l'hydrogène protophosphoré.

1075. Un fragment de phosphate humecté d'*acide sulfurique* colore la flamme du chalumeau en *vert :* ce caractère est aussi fourni par les borates.

1076. SILICATES.

Caractères distinctifs.

1077. L'acide silicique *fondu* sur le fil de platine au chalumeau avec du *carbonate de soude,* donne, en opérant avec des proportions convenables, un *verre incolore et transparent* après le refroidissement; en même temps, l'acide carbonique se dégage avec effervescence.

1078. Dans la dissolution concentrée du sel, versez de l'*acide hydrochlorique* un peu en excès : évaporez la liqueur à siccité; traitez le résidu par l'eau, et l'acide silicique se sépare sans se dissoudre; vous reconnaîtrez sa nature par le caractère ci-dessus.

1079. Versez sur le silicate pulvérisé de l'*acide hydrochlorique* concentré : quelquefois l'acide silicique se sépare de suite et la liqueur se prend en magma gélatineux; en la traitant par l'eau, la base du silicate se dissout à l'état de chlorure, et l'acide silicique se sépare sous forme de *flocons déliés.* Souvent aussi, le silicate n'est décomposé par l'acide hydrochlorique qu'après une longue digestion, sans qu'il se produise de magma gélatineux; il faut également, après un certain temps, traiter la masse par l'eau, et l'acide silicique se sépare sous forme de *poudre blanche.*

1080. Si le silicate insoluble dans l'eau n'est pas décomposé par l'acide hydrochlorique, pulvérisez-le finement, mélangez-le avec trois fois son poids de *carbonate de soude* préalablement desséché, et *calcinez*-le au rouge dans un creuset de platine, chauffé au chalumeau ou à la forge; il se dégage de l'acide carbonique et la masse fond ou ne fond pas, suivant la proportion d'acide silicique : traitez-la par l'acide hydrochlorique étendu; la base du silicate se dissout dans ce réactif et l'acide silicique se sépare.

1081. SULFATES.

Caractères distinctifs.

1082. Le *chlorure de baryum* détermine dans la solution des sulfates un précipité *blanc* insoluble dans l'eau et les acides.

1083. Le *nitrate de plomb* y produit un précipité *blanc* insoluble dans l'acide nitrique étendu, tandis que les autres précipités blancs contenant de l'oxyde de plomb y sont solubles.

1084. Le sulfate insoluble dans l'eau sera pulvérisé et dissous à chaud dans l'acide hydrochlorique; le *chlorure de baryum* produira dans cette liqueur étendue d'eau un précipité *blanc*.

1085. Si le sulfate est insoluble dans l'eau et l'acide hydrochlorique, il sera pulvérisé et soumis à une longue ébullition avec une dissolution concentrée de carbonate de soude; le *chlorure de baryum* formera un précipité *blanc* dans cette liqueur filtrée et saturée par l'acide hydrochlorique.

1086. Fondez au chalumeau sur le fil de platine un globule de *carbonate de soude*, et ajoutez-y successivement quelques grains de *silice* jusqu'à ce que la perle fondue soit *transparente et incolore* après le refroidissement; ajoutez à ce verre une parcelle de sulfate alcalin ou terreux, et fondez de nouveau dans la flamme intérieure : après le refroidissement, le *verre sera jaune, rouge* ou *brun*, suivant la quantité de sulfate employée. Ces couleurs sont dues à la formation d'un sulfure.

1087. Fondez avec du *carbonate de soude* sur le charbon dans la flamme intérieure du chalumeau un grain de sulfate alcalin ou terreux; déposez-le sur une *feuille d'argent*, en l'humectant d'une goutte d'eau; après quelques minutes lavez la feuille qui sera tachée en *brun jaunâtre*.

1088. Faites rougir au chalumeau sur le charbon quelque peu d'un sulfate métallique; pulvérisez-le dans le petit mortier; mêlez-le avec du *charbon en poudre*, et chauffez-le au rouge, au milieu de la flamme de l'alcool ou au chalumeau, dans un tube fermé à un bout : l'*acide sulfureux* se dégage avec son odeur piquante et rougit un papier bleu de tournesol humide, ou blanchit un papier de Fernambouc humecté introduit dans le tube.

1089. SULFURES.

Caractères distinctifs.

1090. Quelques gouttes d'une solution concentrée d'un sul-

fure projetées dans l'*acide hydrochlorique* produisent une vive effervescence, due au dégagement de l'*acide hydrosulfurique*, reconnaissable à son odeur d'œufs pourris : un papier trempé dans une solution d'un sel de plomb, exposé à ces vapeurs, brunit aussitôt.

1091. Le sel sec très-finement pulvérisé et humecté d'*acide hydrochlorique* dégage, à l'aide d'une légère chaleur, de l'*acide hydrosulfurique*, reconnaissable à son odeur. Ce caractère est donné par la plupart des sulfures.

1092. Le sel sec finement pulvérisé et soumis à une ébullition prolongée dans l'*eau régale* se dissout en partie; le métal se dissout, si ce n'est point de l'argent ou du mercure, ainsi qu'une partie du soufre : celui-ci reste le plus souvent à l'état d'une poudre grise, qui, recueillie sur un filtre et chauffée fortement ensuite sur un débris de verre, s'enflamme en dégageant de l'acide sulfureux. On reconnaîtra facilement la présence de l'acide sulfurique dans les eaux de lavage, en y ajoutant quelques gouttes de chlorure de baryum, qui déterminent un précipité blanc.

Le sel *chauffé* au rouge à la flamme du chalumeau, sur le charbon ou dans un tube de verre ouvert, dégage de l'*acide sulfureux*, reconnaissable à son odeur. Quand on le chauffe dans un tube ouvert et qu'on introduit un papier de Fernambouc humide dans la partie supérieure du tube, ce papier blanchit, quelque faible même que soit la quantité d'acide sulfureux qui se dégage. Quelquefois il se sublime du soufre qui se dépose sur les parois avec sa couleur caractéristique; cela dépend du plus ou moins d'inclinaison donnée au tube chauffé.

1093. Le sel *fondu* sur le charbon à la flamme du chalumeau avec du *carbonate de soude*, déposé ensuite sur une *feuille d'argent* et humecté, tache celle-ci en *brun* ou *jaune foncé*.

1094. Les sulfures alcalins et terreux fondus sur le fil de platine à la flamme intérieure du chalumeau avec un globule limpide et incolore de *carbonate de soude et silice* (986), le colorent après le refroidissement en *jaune*, *rouge* ou *brun*, suivant la quantité du sulfure traité.

CARACTÈRES DISTINCTIFS DES BASES OU OXYDES.

1095. Les quatre tableaux suivants, V, VI, VII, VIII, renferment les caractères distinctifs des bases des sels soumis à l'analyse. Dans chaque colonne est indiquée la nature du précipité produit par l'addition du réactif inscrit en tête, et les remarques inscrites en *italique* sont relatives au précipité formé. Ce dernier ne se produit souvent dans la solution saline que lorsque celle-ci est préparée convenablement; il paraît tout à coup ou lentement : nous avons exprimé ces différentes conditions par des signes ou lettres initiales, dont nous donnons ici l'explication :

S. Signifie que le précipité se fait subitement.
T. — que le précipité n'apparaît qu'au bout d'un certain temps.
C. — que le précipité ne se produit qu'à l'aide d'une légère chaleur.
Co. — que le précipité indiqué ne se produit que dans la solution saline concentrée.
F. — que le précipité indiqué se produit même dans la solution étendue d'eau.
A. — que la solution saline doit être préalablement acidifiée.
B. — que la solution saline doit être préalablement alcalinisée par l'ammoniaque.
N. — que la solution doit être parfaitement neutre.
B. N. — que la solution saline doit être ou basique ou neutre.
E. — que le réactif doit être employé en excès.
p. q. — que le réactif doit être employé en petite quantité.

Il sera très-important de préparer convenablement la liqueur saline suivant ces conditions, avant d'ajouter le réactif, parce que celui-ci peut précipiter la solution saline à l'état acide et non à l'état basique, ou réciproquement.

1099. TABLEAU VIII.

CARACTÈRES DES SELS DONT LA SOLUTION AQUEUSE CONCENTRÉE N'EST PRÉCIPITÉE NI PAR L'ACIDE HYDROSULFURIQUE, NI PAR L'HYDROSULFATE D'AMMONIAQUE, NI PAR LE CARBONATE DE SOUDE.

SELS DE	ACIDE TARTRIQUE.	CHLORURE DE PLATINE ALCOOLIQUE.	ACIDE NITROPICRIQUE ALCOOLIQUE.	SULFATE D'ALUMINE.	ACIDE HYDROFLUOSILICIQUE.
POTASSE.	E. Co. cristallin S. F. *id.* T. *Insoluble dans le réactif et l'acide acétique. Soluble dans les acides sulfurique, hydrochlorique, nitrique, potasse, ammoniaque, carbonate de potasse.*	Jaune clair. Co. *Insoluble dans les acides libres. Il convient de dissoudre le sel de potasse dans l'alcool.*	Cristallin jaunâtre clair. *Insoluble dans les acides. Il convient de dissoudre le sel de potasse dans l'alcool.*	Cristaux d'alun. Co. T. *Le carbonate et le sulfure doivent être préalablement convertis en chlorures. Les borate, phosphate, arséniate donnent un précipité blanc volumineux; acidifiés par l'acide hydrochlorique, l'alun se dépose après un temps très-long.*	Gélatineux transparent. T. *Difficile à voir. L'acide hydrochlorique le rend opalin.*
SOUDE. (*Plusieurs s'effleurissent à l'air.*)	Nul.	Nul.	Nul.	Nul.	Volumineux opalin faible.
AMMONIAQUE. *La chaleur volatilise tous les sels ammoniacaux sans laisser de résidu, excepté le phosphate et le borate.*	Nul ou bien faible.	Jaune clair. Co. *Insoluble dans les acides.*	Cristallin jaunâtre clair. *Insoluble dans les acides.*	Cristaux d'alun. Co. *Même remarque que pour les sels de potasse.*	Nul.

Nous avons donné (1095) *l'explication des signes employés dans ce Tableau.*

ANALYSE QUANTITATIVE DES SELS MÉTALLIQUES.

1100. L'analyse quantitative a pour but de déterminer en poids la quantité de substances diverses contenues dans la matière à analyser. Nous ne voulons ici donner que quelques exemples, d'une part pour compléter l'étude de l'élève par quelques essais de ce genre, et d'autre part parce que l'emploi des liqueurs titrées, par sa simplicité et sa rapidité, rentre un peu dans le cercle des travaux que nous nous sommes réservés. Nous admettrons aussi que l'étudiant a déjà acquis une certaine pratique, une délicate habileté, qui lui permet maintenant d'aborder les problèmes importants de la chimie.

Nous commencerons par un essai, celui du salpêtre, qui met en évidence l'utile emploi de nos capsules enfumées.

Analyse du salpêtre raffiné.

1101. Il s'agit de déterminer, à l'aide du nitrate d'argent, la quantité de chlorure de sodium ou sel marin qui peut encore exister dans ce salpêtre. C'est l'État qui fait raffiner le salpêtre nécessaire à la fabrication de la poudre dans des établissements spéciaux, et l'on aura l'idée de la délicatesse de l'analyse de ce salpêtre, lorsqu'on saura que ce produit ne contient guère, après son raffinage, que $\frac{1}{10000}$ de son poids en sel marin.

Liqueur d'épreuve. — Faites une dissolution de $1^{gr}21$ nitrate d'argent fondu, dans 125 grammes d'eau distillée ayant la température de 5° environ, et enfermez-la dans un flacon (B)(*fig.* 219), qui sera en verre opaque, ou enveloppé de papier, pour empêcher l'action destructive de la lumière : un centimètre cube de cette liqueur contient $0^{gr}0096784$ de nitrate d'argent, et cette dernière quantité peut décomposer ou précipiter $0^{gr}0033$ de sel marin. Le flacon (B) est fermé par un bouchon, qui est traversé par la pipette (*a*), dont le trait (*o*) indique la capacité d'un centimètre cube ; l'extrémité supérieure (*o'*) sera bouchée soit avec un petit liége, soit avec un petit tube renversé.

Dans un autre flacon semblable introduisez une dissolution de 2 grammes de sel marin et 200 grammes d'eau qui servira de

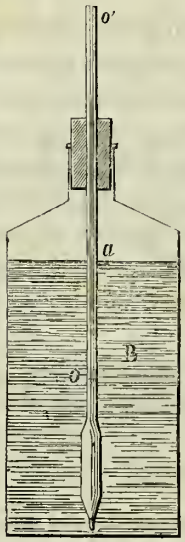


Fig. 219.

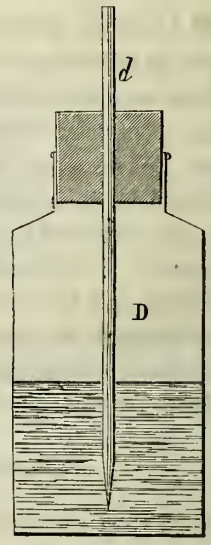


Fig. 220.

contre-épreuve, autrement dit qui indiquera si l'on a ajouté un excès de nitrate d'argent.

Analyse pratique. — Pesez 10 grammes de salpêtre, introduisez-les dans un flacon (D) (*fig.* 220), de 150 centimètres cubes de capacité environ, et dont le bouchon est traversé par une pipette non graduée, qui permet d'extraire quelques gouttes de la solution : versez sur ce salpêtre environ 60 centimètres cubes d'eau distillée, et agitez pour favoriser la dissolution.

Le salpêtre étant dissous, il s'agit d'ajouter le nitrate d'argent. A cet effet, prenez le flacon (B), détachez légèrement le bouchon et enlevez la pipette pleine de liquide en bouchant avec l'index la partie supérieure (*o'*) : laissez écouler le liquide jusqu'au trait (*o*), et comptez alors le nombre de gouttes qui s'écouleront encore pour vider la pipette ; nous supposerons que le centimètre cube de la liqueur de nitrate d'argent peut ainsi se subdiviser en

15 gouttes. Ce nombre, une fois bien déterminé, sera inscrit sur l'enveloppe du flacon.

Ajoutez à la solution de salpêtre d'abord 6 gouttes seulement de nitrate d'argent et agitez le flacon ; la solution devient blanche et trouble par la formation du chlorure d'argent. Mettez en place sur le support (S) (54) un filtre (*q*), ainsi que les quatre capsules enfumées (52) 1, 2, 3, 4, et avec la pipette (*d*) versez dans le filtre un peu de la solution salpêtrée, de manière à le remplir aux deux tiers seulement. Rejetez dans le flacon (D) les premières gouttes, jusqu'à ce qu'elles paraissent parfaitement limpides, et remplacez le liquide dans le filtre au fur et à mesure de l'écoulement. Laissez tomber dans les capsules 1 et 2 deux ou trois gouttes de la liqueur filtrée, qui s'arrondiront en globule clair et transparent comme une perle de cristal. Ajoutez, avec leur pipette respective, d'une part, à la capsule 1, une goutte de solution de nitrate d'argent, et, d'autre part, à la capsule 2, une goutte de solution de sel marin, et observez : nous admettrons que, sur le fond noir de la capsule 1, un léger nuage blanc se manifeste ; 6 gouttes du réactif n'ont donc pas été suffisantes.

Rejetez au dehors les globules, prenez délicatement avec la pince le filtre, même encore plein, jetez-le dans la solution salpêtrée contenue dans le flacon (D), ajoutez à celle-ci une goutte desolution de nitrate d'argent et agitez. Placez un nouveau filtre surle support S, filtrez et recueillez de nouveaux globules dans les capsules 1 et 2. Nous supposerons que, dans la première, une goutte de nitrate d'argent produit encore un léger nuage blanc, tandis que, dans la seconde, l'addition d'une goutte de sel marin n'a pas altéré sa limpidité. Rejetez les globules, prenez un nouveau filtre, mettez l'ancien dans la liqueur salpêtrée, ajoutez-y une goutte de nitrate d'argent ; filtrez et recueillez les globules dans les capsules 1 et 2. Nous supposons que, dans la première, le nitrate d'argent ajouté ne produit plus d'effet, tandis qu'au contraire un très-léger nuage blanc se produit dans la seconde par l'addition du sel marin, ce qui indique un petit excès de nitrate d'argent.

En résumé, 8 gouttes de solution de nitrate d'argent ont suffi pour décomposer tout le sel marin contenu dans les 10 grammes du salpêtre analysé. Nous savons que 15 gouttes représentent 0gr0033 de sel marin, soit $\frac{1}{3000}$ du poids du salpêtre, donc :

$$15 : \frac{1}{3000} :: 8 : x = \frac{1}{5625}.$$

Le salpêtre est au titre de $\frac{1}{5625}$, ou bien 5625 kil. du salpêtre raffiné contiennent 1 kil. de sel marin. Le règlement exige le titre de $\frac{1}{3000}$.

On peut encore, par une opération inverse, placer dans la capsule 3 un globule bien limpide de solution de nitrate d'argent, dans la capsule 4 un globule de solution de sel marin, et diriger le filtre de manière à déposer sur chacun d'eux une goutte filtrée de liqueur salpêtrée; le trouble de l'un des globules indique l'état de la réaction.

Il sera très-facile par ce procédé d'employer pour la dissolution de l'échantillon de salpêtre, au lieu d'eau distillée, une eau quelconque, de puits ou de rivière, en déterminant, une fois pour toutes, la quantité de gouttes de solution de nitrate d'argent nécessaire pour décomposer les chlorures contenus dans 60 centimètres cubes de cette eau.

Ce mode d'analyse est aussi prompt que facile ; il exige à peine un quart d'heure ; il est affranchi de tous les soins de lavage et de propreté, et l'évidence du moindre précipité blanc, se projetant sur un fond noir et amplifié par la forme lenticulaire du globule, lui donne une extrême sensibilité. Néanmoins il exige une légèreté de main et une adresse de vision, que peut seule donner une pratique prolongée. Ces avantages semblent promettre d'autres applications à l'emploi des capsules enfumées et notamment dans l'analyse des matières argentifères. On fera bien de réunir dans une petite caisse ou nécessaire, comme je l'ai fait, les divers ustensiles et réactifs nécessaires, de manière à avoir le tout sous la main, et dans un état de propreté désirable. Les capsules sont logées dans un petit tiroir et maintenues dans une cavité ou petite loge creusée dans le bois.

ESSAI DES POTASSES.

1102. *Essai des potasses* ou Alcalimétrie. — Le principe en est simple : il consiste à saturer un poids donné de potasse par un poids connu d'un acide faible, l'acide sulfurique, par exemple. L'étudiant devra lire l'instruction de Gay-Lussac, dont nous n'exposerons ici que le résumé.

Liqueur d'essai. — L'acide *normal* se compose de 100 grammes d'acide sulfurique monohydraté, à la densité de 1,8427 étendus d'eau de manière à compléter un litre ; on en remplit une burette (B) graduée en divisions, dont chacune est un demi-centimètre cube ; 100 divisions contiennent 50 centimètres cubes de la liqueur, soit 5gr d'acide normal qui peuvent saturer exactement 4gr807 de potasse.

Opération. — Pesez 48gr07 de la potasse à essayer, et dissolvez-les dans de l'eau, manière à compléter un demi-litre, ce qui se fait

Fig. 221.

Fig. 222.

Fig. 223.

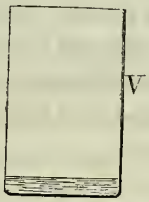


Fig. 224.

dans le vase jaugé (E). Prenez-en avec la pipette jaugée (P) 50 centimètres cubes, contenant par conséquent 4gr807 de potasse, versez-les dans le vase (V), où vous ajouterez quelque peu de la teinture bleue de tournesol, et versez peu à peu l'acide normal avec la burette jusqu'à saturation, ou jusqu'à ce que le liquide passe franchement à la couleur rouge. Lisez sur la burette le nombre de divisions d'acide employé, et ce nombre indiquera la quantité de potasse réelle contenue dans 100 parties de la potasse essayée, ou son *titre pondéral*. 46 divisions de la burette par exemple

indiquent que la potasse essayée contient par quintal métrique 46 kilogrammes de potasse pure.

ESSAI DES SOUDES.

1102 *bis*. *Essais de soudes*. — Le carbonate de soude du commerce n'a de valeur que par la soude qu'il contient à l'état de carbonate ou à l'état caustique. Le mode d'opérer est le même que pour les potasses ; seulement il faut $3^{gr}185$ de soude pour saturer 5 grammes d'acide sulfurique : vous aurez donc à peser $31^{gr}85$ de la soude à essayer, à les dissoudre de manière à compléter un demi-litre, en prendre le dixième, et saturer cette dernière quantité par l'acide normal.

ESSAI DES ACIDES.

1103. *Essai des acides* ou *acidimétrie*. — Dans ce mode d'analyse on emploiera le même instrument et les mêmes réactifs que pour l'alcalimétrie. Il suffira d'y ajouter une dissolution de chaux dans l'eau sucrée, autrement dit de saccharate de chaux, et d'opérer avec les mêmes ustensiles et de la même manière que pour les essais de potasse.

Le principe du procédé est le suivant : si l'on sature par les quantités b et b' d'une même base les quantités a et a' de deux acides différents et purs, dont les équivalents chimiques sont e et e', on aura le rapport suivant :

$$\frac{a}{a'} = \frac{e'}{e} \times \frac{b}{b'}.$$

Prenons pour la valeur de a 1 gramme de l'acide à essayer, et dont l'équivalent est e ; prenons pour la valeur de a' 1 gramme d'acide sulfurique monohydraté, dont l'équivalent $e' = 612{,}50$; soit T le titre centésimal de a ou la quantité d'acide réel contenue dans 100 parties, on aura la formule générale :

$$(1) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad T = 100 \times \frac{e}{612{,}50} \times \frac{b}{b'}.$$

Les quantités b et b' seront déterminées par l'expérience, et la valeur de e sera prise dans le tableau suivant, qui comprend les équivalents des principaux acides.

Acide	sulfurique anhydre.....	$e = 500$
—	sulfurique monohydraté.....	612,50
—	nitrique anhydre.....	675
—	nitrique hydraté.....	787,50
—	hydrochlorique sec.....	455,70
—	acétique anhydre.....	637,50
—	acétique hydraté.....	750
—	citrique anhydre.....	2062,50
—	citrique hydraté	2400
—	carbonique.....	275
—	hydrosulfurique.....	212,50
—	phosphorique	900
—	oxalique	450
—	oxalique hydraté.....	562,50
—	malique.....	1450
—	malique hydraté	1675

Nous allons procéder successivement à l'analyse des principaux acides du commerce et développer la pratique du procédé.

Liqueurs d'essais. *Acide sulfurique normal.*— Pesez avec grand soin dans le vase (V), 50 grammes d'acide sulfurique concentré, à la densité de 1,8427 à la température de 15° centigrades. Cet acide est dit *monohydraté,* c'est-à-dire qu'il renferme, à peu de chose près, une proportion d'eau. Versez lentement ces 50 grammes dans l'éprouvette (E), à moitié remplie d'eau froide, en lui imprimant pendant ce temps un rapide mouvement de rotation; rincez plusieurs fois le vase (V) avec de l'eau, que vous réunirez à celle contenue dans l'éprouvette (E); achevez de remplir d'eau celle-ci, jusqu'un peu en dessous du trait (*o*), qui marque la capacité de un demi-litre, et agitez tout le liquide avec l'agitateur (A). Le liquide s'est notablement échauffé ; attendez qu'il soit refroidi jusqu'à 15° centigrades ; à ce moment enlevez l'agitateur, en tenant l'extrémité appuyée contre le bord supérieur du vase, pour faciliter l'écoulement de l'acide qu'il a entraîné, et achevez de remplir d'eau lentement et goutte à goutte l'éprouvette (E), de manière que la surface inférieure du liquide paraisse toucher le trait (*o*), lorsque l'œil sera à la même hauteur que lui ; agitez de nouveau, et l'*acide normal* est préparé. Il contient 50 grammes d'acide hydraté par 500 centimètres cubes, donc 10 centimètres cubes renfermeront un gramme de cet acide.

Teinture de tournesol. — Le tournesol se trouve dans le commerce sous la forme de petits pains bleus. La dissolution de tournesol se prépare en faisant bouillir dans l'eau le tournesol réduit en poudre; deux ou trois pains suffisent pour colorer fortement 1 décilitre d'eau; on peut faire la dissolution à froid, mais elle est moins colorée. Nous donnerons à cette dissolution, colorée en bleu violet, le nom de *teinture de tournesol.* On n'en prépare que peu à la fois, parce qu'elle s'altère en quelques semaines, même dans les vases fermés. Conservez-la dans un vase bien bouché.

Saccharate de chaux. — Mettez dans une carafe un litre d'eau, ajoutez-y 100 grammes de sucre, et faites dissoudre celui-ci; la dissolution faite, introduisez dans la carafe 50 grammes de chaux caustique éteinte et en poudre, et agitez de demi-heure en demi-heure, pendant cinq à six heures. Cela fait, filtrez cette liqueur et introduisez-la dans la carafe, que vous tiendrez bouchée. Cette liqueur est telle, qu'il en faudra 50 divisions environ de la burette (B) pour saturer 10 centimètres cubes de l'acide sulfurique *normal.*

1104. Essai de l'acide sulfurique. — Le titre centésimal T de l'acide sulfurique sera donné par la formule suivante (2), en substituant dans la formule (1) 612, 50 pour valeur de *e*.

$$(2)\ldots\ldots\ldots \quad T = 100 \times \frac{612{,}50}{612{,}50} \times \frac{b}{b'} = 100 \times \frac{b}{b'}.$$

Première opération. — Prenez l'acide sulfurique *normal* (1102); prélevez avec la pipette jaugée P 10 centimètres cubes de cet acide, versez-les dans le vase à fond plat (V) (*fig.* 224), et ajoutez-y quelques gouttes de teinture bleue de tournesol, de manière à donner au liquide une belle couleur rouge. Ces 10 centimètres cubes contiennent précisément 1 gramme, valeur de a', d'acide sulfurique monohydraté.

Fig. 225.

Il reste à déterminer b'; remplissez de la solution de saccharate de chaux la burette graduée (B) (*fig.* 221), jusqu'au point extrême (*o*). Prenez d'une main le vase (V), tenez-le au-

dessus d'une feuille de papier blanc, afin de mieux apprécier le changement de couleur que subira le tournesol ; de l'autre main prenez la burette, et versez peu à peu et goutte à goutte le saccharate de chaux dans le vase (V) ; ayez le soin d'agiter continuellement ce vase, en lui imprimant un mouvement circulaire alternatif. La couleur rouge ne change pas d'abord ; on aperçoit bientôt un léger trouble blanc provenant de la formation du sulfate de chaux ; la liqueur devient rose ; tenez-vous sur vos gardes, versez goutte à goutte, et la liqueur passera brusquement au bleu. Arrêtez-vous, car la saturation est terminée. Lisez sur la burette les divisions employées de saccharate de chaux et notez ce nombre, qui sera la valeur de b'. Nous supposerons $b' = 53$.

Deuxième opération. — Il serait difficile de peser 1 gramme de l'acide à essayer ; il faut agir autrement. Pesez 50 grammes de l'acide sulfurique à essayer et versez-les dans l'éprouvette, ou cloche à pied (E), qui contient un demi-litre jusqu'au trait (*o*), gravé à la partie supérieure ; placez l'éprouvette sur une table horizontale et ajoutez de l'eau, jusqu'à un centimètre environ en contre-bas du trait (*o*). Agitez fortement avec l'agitateur (A), de manière à bien mêler l'eau avec l'acide : ce mélange s'échauffera et marquera 20° à 30° au thermomètre ; attendez le refroidissement jusqu'à 15°, en agitant, et lorsque cette dernière température sera atteinte, complétez avec de l'eau le volume d'un demi-litre ; remarquez que pour que le volume de la dissolution soit exactement d'un demi-litre, il faut que sa surface plane paraisse rencontrer le trait (*o*), lorsqu'elle sera à la hauteur de l'œil. La dissolution acide ainsi préparée, prenez-en, avec la pipette P, 10 centimètres cubes qui contiendront réellement 1 gramme, valeur de a, de l'acide à analyser.

Il s'agit maintenant de déterminer b : à cet effet, versez les 10 centimètres cubes dans le vase (V), que vous aurez vidé et lavé avec soin ; rougissez-les avec quelques gouttes de tournesol, et opérez-en la saturation avec le saccharate de chaux, de la même manière et avec les mêmes précautions que précédemment. Lisez sur la burette les divisions employées de saccharate

de chaux, et notez ce nombre, qui sera la valeur de b. Dans l'essai de l'acide que nous avons choisi, on a eu $b = 48,5$.

En substituant dans la formule (2), les valeurs b et b', on trouve

$$(3) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad T = 100 \times \frac{48,50}{53} = 91,50.$$

Ainsi l'acide sulfurique essayé renferme 91,50 °/₀ d'acide réel hydraté, ou 91k50 par 100 kilogrammes. Cet acide, pris dans mon laboratoire, a une densité de 1,829 à 15°; or, d'après la table dressée par M. Bineau, et consignée dans le tome XXVI, page 125, troisième série des *Annales de chimie et de physique*, l'acide sulfurique, à la densité de 1,830, contient 91,80 °/₀ d'acide hydraté. Ce rapprochement des résultats inspire la confiance dans le nouveau procédé.

Pour convertir l'acide hydraté en acide anhydre, il suffit de multiplier le premier par $0,8163 = \frac{500}{612,50}$ et le titre centésimal en acide anhydre devient $T = 74,69$.

On peut, par le même moyen, déterminer l'excès d'acide dans les sulfates acides du commerce.

Nous ferons remarquer ici que pour une série d'analyses consécutives, la valeur b' ne changera pas et ne devra pas être à chaque fois recherchée. La dissolution de saccharate de chaux est assez constante dans sa composition, en bouchant avec soin le flacon qui la contient, et il suffira, de temps en temps, d'en constater le titre par la détermination de la valeur b'.

Il est indispensable, comme nous l'avons fait, de ramener à 15° centigrades la température des acides à essayer ; car à des températures différentes les mêmes volumes ne contiennent pas, à beaucoup près, les mêmes quantités d'acide réel.

1105. Essai de l'acide hydrochlorique. — Le titre centésimal T de l'acide hydrochlorique liquide est donné par la formule suivante (4), en substituant dans la formule (1) 455,70 pour valeur de e.

$$T = 100 \times \frac{455,70}{612,50} \times \frac{b}{b'} \quad \text{ou}$$

$$(4) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad T = 74,40 \times \frac{b}{b'}.$$

Première opération. — Déterminez la valeur de b', comme il a été dit, et admettons que l'expérience ait donné $b' = 53$.

Deuxième opération. — Opérez comme précédemment en substituant à l'acide sulfurique l'acide hydrochlorique à essayer; l'essai fait sur l'acide que nous avons choisi a donné $b = 24$.

En substituant les deux valeurs b et b' dans la formule (4) on a

$$(5) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad T = 74{,}40 \times \frac{24}{53} = 33{,}83.$$

Ainsi l'acide hydrochlorique analysé renferme 33,83 pour °/° d'acide sec et pur, ou 100 kil. d'acide essayé contiennent 33k83 d'acide hydrochlorique sec et pur. Cet acide avait pour densité 1,1699 à 15° ; or, d'après la table de Davy, l'acide hydrochlorique liquide, à la densité de 1,17 à 7°22 contient 34,34 pour °/o d'acide réel.

1106. Essai de l'acide nitrique. — Le titre centésimal T de l'acide nitrique est donné par la formule suivante (6), en substituant dans la formule (1) 787,50 pour la valeur de e.

$$T = 100 \times \frac{787{,}50}{612{,}50} \times \frac{b}{b'} \quad \text{ou}$$

$$(6) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad T = 128{,}57 \times \frac{b}{b'}.$$

Première opération. — Déterminez la valeur de b', comme il a été dit, et admettons que l'expérience ait donné $b' = 53$.

Deuxième opération. — Opérez comme il a été dit en substituant à l'acide sulfurique l'acide nitrique à essayer ; l'essai fait sur l'acide choisi dans notre laboratoire a donné $b = 21$.

En substituant les deux valeurs b et b' dans la formule (6), on a

$$(7) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad T = 128{,}57 \times \frac{21}{53} = 50{,}91.$$

Ainsi l'acide nitrique essayé renferme par 100 kilog. 50,91 d'acide nitrique monohydraté.

La densité de l'acide essayé était 1,339 à 15°. Or, d'après la table de Thenard, l'acide nitrique à 1,376 contient 51,9 pour °/o d'acide sec ou réel ; le procédé a donc donné un résultat satisfaisant.

Pour convertir l'acide hydraté en acide anhydre, il suffit de multiplier le premier par $0,847 = \frac{675}{787,50}$ et le titre centésimal ci-dessus en acide sec devient $T = 43,63$ pour °/₀.

1107. Essai de l'acide acétique. — Le titre centésimal T de l'acide acétique est donné par la formule suivante (8), en substituant dans la formule (1) 750 pour la valeur de e.

$$T = 100 \times \frac{750}{612,50} \times \frac{b}{b'} \quad \text{ou}$$

$$(8) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad T = 122,44 \times \frac{b}{b'}.$$

Première opération. — Déterminez la valeur de b', comme il est dit précédemment ; admettons que l'expérience ait encore donné $b' = 53$.

Deuxième opération. — Opérez comme il est dit ci-dessus, en substituant à l'acide sulfurique l'acide acétique à essayer. Celui que nous avons choisi dans notre laboratoire était très-concentré, cristallisable ; il avait 1,0657 pour densité ; nous avons trouvé $b = 43$.

En substituant les deux valeurs b et b' dans la formule (8), on trouve

$$(9) \ldots\ldots\ldots \quad T = 122,44 \times \frac{43}{53} = 99,30 \text{ pour °/₀.}$$

Ainsi l'acide acétique essayé contient 99k30 d'acide acétique hydraté par 100 kilogr.

Pour convertir l'acide acétique hydraté ou cristallisable en acide acétique anhydre ou sec, il suffit de multiplier le premier par $0,85 = \frac{637,50}{750}$ et le titre centésimal en acide anhydre devient $T = 84,40$ pour °/₀.

1108. Essai des vinaigres. — Les vinaigres comestibles se vendent au volume ou à l'hectolitre, et non au poids ; c'est donc au volume qu'il faut rapporter l'essai, et non plus au poids, comme nous l'avons fait pour les acides précédents. De plus, les vinaigres étant généralement très-faibles en acide, il n'est plus nécessaire d'étendre d'eau l'é-

chantillon d'essai, comme nous l'avons fait pour les autres acides. Par ces considérations, l'échantillon d'essai se composera de 10 centimètres cubes du vinaigre à essayer, et la formule (8) devra être modifiée comme ci-après.

Le titre centésimal T du vinaigre, ou la quantité exprimée en kilogrammes d'acide acétique cristallisable contenue dans un hectolitre de vinaigre, sera donnée par la formule suivante :

$$(10) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad T = 12{,}24 \times \frac{b}{b'}.$$

Première opération. — Déterminez la valeur de b' comme il est dit plus haut et admettons que l'expérience ait donné $b' = 53$.

Deuxième opération. — Prélevez avec la pipette (P) 10 centimètres cubes du vinaigre à essayer ramené à 15°, versez-les dans le vase (V), rougissez-les par l'addition de teinture de tournesol, et versez goutte à goutte avec la burette B la solution de saccharate de chaux, jusqu'à ce que la liqueur tourne brusquement au bleu ; observez dans cette saturation toutes les précautions prescrites plus haut. Lisez et notez le nombre b des divisions de la burette. Nous avons opéré sur des vinaigres d'Orléans ordinaires, et nous avons trouvé $b = 26$.

En substituant les valeurs de b et b' dans la formule (10), on trouve

$$T = 12{,}24 \times \frac{26}{53} = 5{,}99 \text{ pour } \%.$$

Ainsi ce vinaigre d'Orléans contient 5^k99 d'acide acétique cristallisable par hectolitre, ou son titre centésimal est de 5,99 pour %. Si l'on voulait avoir le titre en acide acétique anhydre, il suffirait de multiplier le titre ci-dessus par 0,85, et l'on aurait T = 5,09 pour % d'acide sec.

Nous avons trouvé les titres suivants en acide hydraté :

Vinaigre de mélasse	4,84 pour %.
Vinaigre de grain	4,15 pour %.
Acide pyroligneux	8,80 pour %.

Si le vinaigre est falsifié par l'acide sulfurique, la fraude est

aussitôt reconnaissable par la formation d'un léger dépôt blanc de sulfate de chaux dans la saturation par le saccharate.

1109. Essais divers. — Le nouveau procédé peut servir à déterminer la quantité d'acide existant 1° dans les résidus de fabriques, eaux sures d'amidonnerie, pulpes de betteraves, vinasses de distillerie, eaux gazeuses, eaux thermales, etc., etc.; 2° dans les fruits acides, pommes, groseilles, verjus, citrons, etc. Il peut également guider le fabricant de vinaigre, en lui faisant connaître l'accroissement progressif de l'acide dans la liqueur en fermentation, ainsi que les fabricants des acides du commerce, en leur permettant de constater rapidement l'état de la concentration. Enfin la rapidité et la facilité de la méthode rendront les transactions commerciales plus certaines par la connaissance du titre de la marchandise.

ESSAI DU NOIR ANIMAL.

1110. *Essai du noir animal.* — Il s'agit de déterminer la quantité d'*eau*, de *charbon*, de *silice* et de *phosphate de chaux*; le reste est peu important et intéresse moins l'industriel et le cultivateur.

Broyez très-finement et tamisez environ 2 ou 3 grammes du noir à essayer : pesez 1 gramme et déterminez-en l'humidité par chauffage modéré, à la vapeur.

Charbon. — Dans une capsule de platine, chauffée au rouge par la lampe à alcool, incinérez 1 gramme de noir, jusqu'à ce qu'il devienne semblable à une poussière blanche; pesez celle-ci, et vous aurez le poids du *charbon* et des matières volatiles. Faites une opération semblable sur un autre gramme de noir.

Silice. — Prenez un des échantillons incinérés ci-dessus. Mettez-le dans un tube de 0^m15 de long et de 0^m018 de diamètre, et versez-y 5 centimètres cubes d'acide nitrique. Faites bouillir légèrement le liquide; ajoutez-y son volume d'eau distillée bouillante; décantez après repos, ajoutez de nouvelle eau, décantez encore, et continuez ainsi jusqu'à ce que l'eau ne soit plus acide; rassemblez le précipité sur un petit filtre, faites sécher celui-ci sur le séchoir, puis au feu; enlevez le précipité avec soin,

par un léger frottement, et pesez-le : le poids sera celui de la *silice*.

Phosphate de chaux. — Prenez l'autre échantillon incinéré, mettez-le dans une capsule de 0^m10 de large sur 0^m05 de haut ; versez-y 5 centimètres cubes d'acide nitrique, ajoutez 10 centimètres cubes d'eau et faites chauffer jusqu'à cessation d'effervescence et de réaction ; cela fait, versez-y goutte à goutte de l'ammoniaque, en maintenant une légère ébullition, et jusqu'à ce que le liquide manifestement alcalin bleuisse le papier rouge de tournesol. Il se forme un précipité gélatineux de phosphate de chaux. Lavez ce précipité comme ci-dessus par des décantations successives et des additions d'eau multipliées, jusqu'à ce que l'eau coule parfaitement pure. Jetez le tout sur un filtre de 0^m16 de hauteur et 0^m07 de largeur ; terminez-y les lavages, faites sécher le filtre et rassemblez le précipité sec, dont le poids sera celui du *phosphate de chaux*, en ayant le soin d'en déduire la silice trouvée dans la première partie de l'analyse.

On peut aussi incinérer les filtres, au lieu de les sécher ; mais cette combustion est assez difficile dans nos simples appareils.

Ce mode d'analyse a été conseillé par M. Bobierre, qui en a fait l'objet d'une notice très-intéressante.

ANALYSE DU GUANO.

1111. *Analyse du guano.* — On se propose de déterminer la quantité d'azote contenue dans 100 parties de guano ; les agriculteurs admettent que la richesse en azote est le véritable indice de celle de l'engrais. En calcinant la matière avec de la chaux sodée, l'azote se transforme en ammoniaque qu'on reçoit dans une liqueur acide, dont on détermine ensuite le titre par le saccharate de chaux.

1112. *Liqueur d'épreuve.* — La solution *acide normale* se compose de $61^{gr}25$ d'acide sulfurique concentré, à la densité de 1,8427 et à la température de 15° centigrades, étendus d'eau de manière à compléter un litre ; 10 centimètres cubes de cette liqueur saturent une quantité d'ammoniaque contenant $0^{gr}175$ azote.

1113. Le *saccharate de chaux* est préparé en dissolvant

100 grammes de saccharate de chaux dans de l'eau chaude, de manière à compléter un litre. Pour en connaître le titre réel, versez avec une pipette graduée 10 centimètres cubes de l'acide normal dans un verre, rougissez-le faiblement avec un peu de teinture de tournesol, et ramenez au bleu par l'addition ménagée de saccharate de chaux avec la burette graduée (1102); voyez pour la pratique l'Essai des potasses et des acides (1102). Nous admettrons qu'il a fallu 92 divisions de la burette en saccharate de chaux pour saturer 10 centimètres cubes d'acide normal.

1114. *Opération.* — Pesez exactement 2 décigrammes de guano finement pulvérisé et séché avec précaution, choisissez un tube (*ab*) de 0^m01 de diamètre intérieur, courbez-le à angle droit sur la lampe à tube en aplatissant notablement la courbure, coupez-le de manière à donner 0^m07 de longueur à la courte branche et 0^m22 à la plus longue. Introduisez au point (*b*) un petit tampon d'amiante, puis de la chaux sodée en poudre grossière dans une longueur de 0^m03, puis le guano intimement mêlé à de la chaux sodée très-fine dans une longueur de 9 à 10 centimètres, puis de la chaux sodée avec quelques cristaux d'acide oxalique dans une longueur de 0^m03, puis

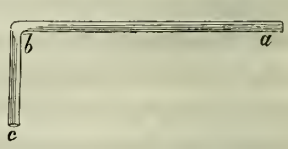


Fig. 226.

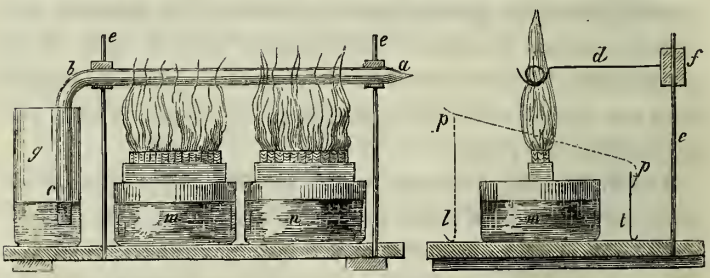


Fig. 227.

étirez et fermez en (*a*) le tube qui ne doit plus avoir que 0^m18 de longueur, et est ainsi parfaitement préparé pour l'analyse.

La (*fig.* 244) indique la disposition de l'appareil : le tube (*ab*) est placé sur le support (*d*), fil de fer planté dans le bouchon (*f*), pouvant glisser le long de la tige de verre (*e*) ; la partie (*bc*) plonge légèrement dans 10 centimètres cubes d'acide normal versés dans le verre (*g*) ; enfin les deux *lampes à tube* (*m*) et (*n*) (*fig.* 244) sont placées sous le tube.

Allumez les deux lampes ; il faut bien se garder de laisser les flammes développées envahir tout le tube : à cet effet glissez rapidement l'écran (*pq*), qui n'est autre qu'une lame de tôle, de $0^{m}10$ de large et $0^{m}22$ de long., inclinée, comme le montre la figure, pour rejeter les flammes loin du bouchon (*f*), et suspendue par quatre fils de fer (*s*) (*t*) servant de pieds. La flamme doit être d'abord toute interceptée : tirez de quelques centimètres l'écran de gauche à droite, de manière à découvrir (*b*) ; quand cet espace sera rougi, tirez de nouveau l'écran, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la flamme envahisse et rougisse tout le tube.

Pendant ce temps l'ammoniaque se dégage et va se condenser dans l'acide, en même temps que l'air et d'autres gaz s'échappent ; l'opération doit durer de 15 à 20 minutes ; elle est terminée, lorsque le dégagement a cessé et que l'absorption est imminente : vous l'évitez en brisant la pointe de (*a*).

Il ne reste plus qu'à saturer la liqueur acide de (*g*) avec le saccharate de chaux, comme on l'a fait pour déterminer le titre de cette liqueur.

Je suppose qu'il a fallu 75 divisions de la burette en saccharate de chaux pour cette saturation, $92 - 75 = 17$, ou 17 demi-centimètres cubes d'acide ont été saturés par l'ammoniaque produite.

$$95 : 0^{g}175 :: 17 : x = 0,0313.$$

Les 2 décigrammes de guano contiennent $0^{gr}0313$ d'azote, autrement dit le guano est au titre de 15,65 pour %.

1115. La disposition de cet ingénieux appareil est due à M. Bobierre, chimiste fort distingué, qui lui a donné le nom d'*ammonimètre*. Nous avons seulement remplacé sa lampe de cuivre à quatre becs, par nos deux *lampes à tube*, pour obéir à notre principe d'économie. Nous engageons l'étudiant à se procurer

l'instrument et la notice chez M. Fontaine, fabricant de produits chimiques, 48, rue Monsieur le Prince, à Paris.

DOSAGE DU FER.

1116. *Dosage du fer.* — Le dosage du fer est fondé sur la décoloration par les sels de protoxyde de fer de la dissolution pourpre du permanganate de potasse.

Liqueur d'épreuve ou titrée. — Le permanganate de potasse, appelé aussi *caméléon,* se prépare ainsi : mêlez 2 grammes de peroxyde de manganèse en poudre, 2 grammes d'hydrate de potasse, et 1 gramme et demi de chlorate de potasse, et calcinez modérément dans un creuset ce mélange, jusqu'à fusion. La masse fondue est détachée au marteau, dissoute dans un demi-litre d'eau chaude aiguisée d'un peu d'acide nitrique, décantée (non filtrée) et conservée en flacon pour l'usage. Remplissez la burette de cette solution.

Dissolvez à chaud 1 gramme de fil de fer pur (corde à piano) dans 25 à 30 grammes d'acide hydrochlorique concentré, autant que possible à l'abri de l'air, étendez jusqu'à un litre d'eau, et ajoutez la solution de caméléon avec précaution en agitant. Le caméléon se décolore instantanément; versez-le peu à peu jusqu'à ce qu'enfin il donne à la solution ferrugineuse une teinte rosée : lisez le nombre de divisions de permanganate employé, qui sera 80 par hypothèse, et représentant 1 gramme de fer pur.

Mode d'opérer. — Admettons qu'on ait à analyser un minerai de fer : pesez 1 gramme de celui-ci, broyez-le très-finement, dissolvez-le à chaud dans 25 centimètres cubes d'acide hydrochlorique pur et fumant, dans un ballon d'un litre environ. La solution faite à l'aide d'une longue ébullition, ajoutez 250 centimètres cubes d'eau, puis 6 grammes de zinc exempt de fer, pour ramener la solution ferrugineuse au minimum d'oxydation. Faites bouillir encore pendant quelques minutes, enfin étendez le tout d'eau, de manière à compléter environ un litre. Ajoutez dans cette liqueur le caméléon avec la burette, jusqu'à manifestation de la teinte rosée : lisez les divisions de la bu-

rette employées, qui seront par hypothèse 60; le minerai de fer contiendra 75 p. % de fer.

DOSAGE DU CUIVRE.

1117. *Dosage du cuivre.* — Le dosage du cuivre par voie humide revient à dissoudre le sel de cuivre dans un excès d'ammoniaque qui lui donne une couleur bleue et à verser dans cette dissolution un sulfure alcalin titré, jusqu'à ce que la liqueur bleue se trouve complétement décolorée; la quantité de liqueur titrée que l'on ajoute pour produire la décoloration fait connaître la proportion de cuivre qui se trouve en dissolution.

Liqueur d'épreuve ou titrée. — Dissolvez environ 5 grammes de sulfure de sodium cristallisé dans un demi-litre d'eau distillée, et remplissez une burette de cette liqueur. Dissolvez à une douce chaleur 1 gramme de cuivre pur dans 5 centimètres cubes d'acide nitrique, et ajoutez-y 40 centimètres cubes d'ammoniaque caustique concentrée, qui lui donnera une teinte bleue magnifique. Dans cette solution cuivreuse versez le sulfure de sodium contenu dans la burette, en agitant, et jusqu'à ce que la décoloration soit complète : lisez sur la burette le nombre de divisions de sulfure employé, et ce nombre, que nous supposerons 60, représentera 1 gramme de cuivre.

Mode d'opérer. — Pesez 1 gramme d'alliage de cuivre, bronze, laiton ou autre, dissolvez-le à chaud dans 5 centimètres cubes d'acide nitrique ou eau régale ; ajoutez-y 40 centimètres cubes d'ammoniaque chaude, et décolorez cette solution bleue par quantité suffisante de sulfure de sodium, que nous supposerons être de 30 divisions : l'alliage contiendra 50 p. % de cuivre pur.

1118. Nous bornerons ici nos analyses quantitatives, dont nous avons donné quelques exemples seulement, afin de montrer la facilité avec laquelle elles s'exécutent, surtout par voie humide, ou liqueurs titrées. Sur ce sujet les bons ouvrages ne manquent pas : ceux de MM. Frésenius, H. Rose, et surtout le *Traité d'analyse chimique à l'aide de liqueurs titrées* par F. Mohr.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

Nota. Cette table est divisée en deux parties, correspondant aux deux livres que comprend cet ouvrage. Cette division a semblé nécessaire, parce que les matières dont il est parlé dans ces deux livres sont essentiellement différentes. Les chiffres désignent les alinéas.

LIVRE PREMIER.

Outils, appareils, instruments et opérations générales.

A.

Absorption. Manière de l'éviter (208).
Acides. Fioles pour les renfermer (192).
— Manière de les mesurer (193).
Acide sulfurique employé comme moyen de dessiccation (144).
— employé pour dessécher les gaz (236).
Action de la chaleur sur les corps (125).
Agitateurs (29).
Air employé pour dessécher les substances (153).
— employé pour sécher les fioles et les tubes (153).
Alcool employé comme dissolvant et combustible (4) (75).
— Lampe à alcool à simple courant d'air (59).
— Lampe à alcool à double courant d'air (61).
Analyse par précipitation (291).
Analyse qualitative (940).
Analyse quantitative (1100).
Anneaux. Supports (321).
Appareil hydropneumatique pour recueillir les gaz sous l'eau (211).
— pour recueillir les gaz sous le mercure (217).
— pour recueillir les gaz à sec (218).
Appareil de Woulf pour dissoudre les gaz dans l'eau (228).
Appareil curieux pour observer la solubilité des gaz (238).
Appareil nouveau pour laver les précipités (178).
Appareil nouveau de lixiviation (248).
Appareil de distillation (376).

APPAREIL de dessiccation (153).
ARGILE. Creusets en argile (116).
— Lames en argile (87).
— Becs de chalumeau en argile (73).

B.

BAINS, BAIN-MARIE, bain métallique, etc. (30).
BAIN de vapeur (34).
BALANCE. Sa construction (9).
— Fléau (10).
— Aiguille (11).
— Plateaux (13).
— L'ajuster (15).
— *Balance dite trébuchet* (16).
— Manière de peser (17).
— Double pesée (18).
— Manière de peser les corps pulvérulents (19).
— Manière de peser les liquides (20).
— Manière de peser les corps volatils (21).
— *Poids,* nombre nécessaire (22).
— Manière de remplacer les poids (23).
— Manière de faire des poids très-petits (24) (25).
BALANCE DE PRÉCISION. Description (26) (27).
— Construction, poids, l'ajuster, manière de peser(26).
BAGUETTES DE VERRE (29).
— Les couper et arrondir les extrémités (29).
BECS de chalumeau en platine (66).
— de chalumeau en verre (67).
— de chalumeau en argile (73).
BORATE DE SOUDE. Son emploi (135).
BOUCHONS DE LIÉGE. Usage et choix (36).
— Soins à apporter à leur préparation (36).
— Les couper, les dégrossir (37).
— Les percer (38).
— Les cirer (39).
BOUCHONS DE SOUFRE. Manière de les faire (192).
BOUTEILLES à laver (189) (190).
— à laver les filtres et les précipités (178).
— à contenir les acides (192).
BRASQUÉS. Creusets (117).
BROSSE. Emploi pour nettoyer les tubes (41).
BROYER les corps (272).
BURETTES graduées pour mesurer les acides (42) (193).

C.

Calcination (129) (89) (90) (159).
Capsules en verre, à fond plat (45).
— Manière de les couper dans les fioles (46).
— en verre, rondes (46).
— Manière de les couper dans les fioles (45).
— en cuivre ou fer-blanc (47).
— en platine (47), cuiller en platine (49).
— en porcelaine (51).
— *Verres de montre* (50).
— Capsules enfumées, leur emploi dans l'analyse (52).
Carbonate de soude. Son emploi (132) (133) (134).
Cartes. Emploi (55).
Chaleur. Sources et emploi (56).
— *Lampe-veilleuse,* construction (57).
— Vase à huile (57).
— Porte-mèche en liége (57).
— Porte-mèche en métal (57).
— Porte-mèche en porcelaine (57).
— Cheminée (57).
— Mèches, leur fabrication (57).
— *Lampe-veilleuse à pompe* (58).
— *Lampe à alcool à simple courant d'air,* construction (59) (103).
— Petite lampe à alcool (60).
— *Lampe à alcool à double courant d'air,* construction (61).
— Lampe à tubes (63 *bis*).
— Lampe éolipyle (74 *bis*).
— Lampes à huile (76) (79).
— Lampes à gaz d'éclairage (346 *bis*).
— *Action de la chaleur sur les corps* (125).
— Sublimation (126).
— Fusion (127) (128).
— Calcination (129).
— Coloration des flammes (130).
— *Action des flux sur les corps* (131).
— Carbonate de soude, emploi (132) (133) 134).
— Papier sodé (134 *bis*).
— Borate de soude ou borax, emploi (135).
— Phosphate de soude et d'ammoniaque, ou sel de phosphore (136).
— Règles générales dans l'emploi des flux (137) (138) (139) (140).

CHALUMEAU. Usage (64).
CHALUMEAU A BOUCHE. En métal (66), bec en platine (66).
— En verre, construction (67).
— Bec en verre, manière de le faire (67).
— Manière de souffler dans le chalumeau (69).
CHALUMEAU A VESSIE. Description (70).
— Table (71).
— Tube injecteur de l'air, avec soupape (72).
— Bec du chalumeau en argile (73).
— Manière d'opérer avec ce chalumeau (74).
— *Combustibles*, leur nature (75).
— *Lampe à huile, en verre et à niveau constant,*
— Sa description (77).
— Sa construction (78).
— *Lampe ordinaire à huile*, à mèche plate (79).
— Nature et propriétés de la flamme (80) (81).
— Étude de la flamme (82).
— *Supports* employés dans les essais au chalumeau (83).
— Charbon (84).
— Feuille de platine (85).
— Fil de platine (86).
— Lames d'argile (87).
— Tubes de verre ouverts (88).
— Tubes de verre fermés (89).
— Matras en verre (90).
— Cuiller en platine (91) (49).
— Creusets en platine (115).
— *Réactifs* employés dans les essais au chalumeau (131).
— *Opérations* dans les essais au chalumeau (125).
CHALUMEAU A SOUFFLET ou forge, usage (93).
— Sa construction (94) (95) (96).
— *Lampe à huile, en verre, à niveau constant et à double courant d'air* pour ce chalumeau (97).
— Construction de ses diverses parties (97).
— *Lampe ordinaire*, dite *sinombre* (98).
— Lampe solaire (99).
— Manière d'opérer à la forge (100).
— Avantages de la forge (101).
CHARBON. Son emploi dans les essais au chalumeau (84).
— Son emploi pour supporter les creusets (118) (119).
— Sa préparation (549).

Charbon. Son emploi pour brasquer les creusets (117).
— Composé pour couper le verre (102).
Chauffage au gaz d'éclairage (346 *bis*).
Chaux. Employée pour sécher les corps humides (236).
Cheminées pour la lampe-veilleuse (57).
— pour la lampe à alcool à double courant d'air (63) (103).
Ciments divers (255).
Cire (104) (258).
Ciseaux (105).
Coloration des flammes (130).
Compas (107).
Conserver les gaz (226).
Coupellation. Définition (109).
— *Coupelles,* leur fabrication (110).
— Autre disposition des coupelles (111).
— Manière d'opérer la coupellation (112).
Couteaux (113).
Couvercles des creusets (115) (124).
Creusets *en platine,* manière de les faire (115).
— *en terre* ; manière de les faire (116).
— brasqués (117).
— *Supports des creusets* pour le chalumeau (118) (119).
— *Supports des creusets* pour la forge (120).
— Opérations dans les creusets (121) (122) (123).
Cristallisation (141) par refroidissement (142).
— par évaporation spontanée à l'air (143) (145).
— par évaporation spontanée avec acide sulfurique (144).
— par fusion (146).
— par sublimation (147).
— Purification par cristallisations successives (148).
Cristaux. Manière d'augmenter leur volume (149).
— Manière de les observer (150).
Cuiller en cuivre ou laiton (317), en platine (49).

D.

Décimètre. Double décimètre (152).
Densité. Manière de la reconnaître (231).
Dessiccation des gaz (234).
— des liquides (172).
— des solides (172).
— des filtres (181).
— Nouvel appareil de dessiccation (153) (154) (155).

Dessication. Diamant (156).
Disques en bois employés comme supports (160) (330).
Dissolution des solides, manière de la reconnaître (161).
— des gaz dans l'eau (227).
— Manière d'observer la solubilité des gaz dans l'eau (238).
Distillation par lampe (157).
— par la vapeur (158).
— par calcination (159).
— de l'eau (376) (157).
— de l'acide sulfurique (455).

E.

Écrans. Utilité (162).
— portatifs (163).
— fixes (165).
— masques (164).
Électricité. Piles voltaïques (166) (370) (371).
Encre de Chine employée pour écrire sur le verre (169).
Entonnoirs en verre, manière de les faire (167).
Entonnoir-étuve (186).
Éprouvettes (212) (168).
Esprit-de-vin ou alcool (4).
Étiquettes (169).
Étuve (153) (156).
Évaporation spontanée (171).
— à l'aide de la chaleur (171).
— à siccité (172).

F.

Fer en fil, en lames; emploi (170).
Filtration (173).
— Filtre *uni* (174).
— — *à plis* (175).
— Emplir les filtres (176).
— Laver les filtres (177).
— *Nouvelle fiole à laver les filtres* et les précipités (178).
— Filtre à flotteur (180).
— Sécher les filtres à l'air (182).
— — à chaud (183).
— — à la vapeur (185).
Filtration a chaud (186) (187).
Fioles. Emploi, grandeur, choix (188).
— Les sécher (188

Fioles. Les nettoyer (188).
— graduées (195).
— pipettes (196).
Fiole a laver. Description (189), construction (190).
— à laver les filtres et les précipités (178).
Fioles a acides. Avantages et construction (192).
— Tubes-burettes gradués pour mesurer les acides (193).
— Tubes-burettes gradués pour mesurer l'eau (194).
Flacon-éprouvette pour recueillir les gaz (212).
Flamme. Nature et propriétés (80).
— Coloration de la flamme (130).
Flux. Action des flux (131).
Forge ou chalumeau à soufflet (93).
Fourneaux ou supports des creusets (120).
Fusion. Manière de l'opérer (127).
— de la mesurer (203).
— aqueuse (127).
— ignée (127).
— Cristallisation par fusion (146).

G.

Gaz. *Les produire ou préparer* dans des fioles (204).
— Tube conducteur des gaz (206) (207).
— Tube de sûreté pour prévenir l'absorption (208) (209).
— Manière d'appliquer la chaleur (210).
— *Recueillir les gaz sous l'eau* (211).
— Appareil pneumatique nouveau, diverses parties (211).
— Flacon-éprouvette, construction (212).
— Disposition de l'appareil pneumatique (213).
— Manière de recueillir les gaz dans cet appareil (215).
— *Recueillir les gaz sous le mercure* (217).
— Nouvel appareil pneumatique (217).
— Manière de recueillir les gaz dans cet appareil (217).
— *Recueillir les gaz à sec* ou dans l'air (218).
— Appareil pour recueillir les gaz plus légers que l'air (219).
— Appareil pour recueillir les gaz plus lourds que l'air (221).
— *Appareil pour étudier les gaz sans les recueillir* (221).
— *Transvaser les gaz* (222).
— *Transvaser les gaz* du flacon-éprouvette dans une fiole, sous l'eau (222).
— *Transvaser les gaz* du flacon-éprouvette dans une fiole sous le mercure (217).

Gaz. *Transvaser les gaz* d'une fiole dans une autre (223).
— *Transvaser les gaz* d'une fiole dans une autre, à l'aide d'un tube (224).
— *Transvaser les gaz* d'une fiole dans une autre, à l'aide d'une planchette (225).
— *Conserver les gaz* (226).
— *Dissoudre les gaz* dans l'eau (227).
— Appareil de Woulf, disposition (228).
— Appareil de Woulf, impossibilité de l'absorption (230).
— Appareil de Woulf, construction de cet appareil (232) (233).
— *Dessécher les gaz* (234).
— Appareil pour faire réagir un gaz sec sur une substance (235).
— Appareil semblable, autrement disposé (235).
— Matières employées pour dessécher les gaz (236).
— *Appareil curieux pour observer la solubilité des gaz* (238).
Grillage. Manière d'opérer le grillage (88) (126) (129) (239).
Grilles en fer (240); en laiton (183), employées comme supports.
Gomme. Sert à coller les étiquettes (241).

H.

Huile. Employée comme combustible (242).

L.

Laboratoire. Sa disposition, son matériel (1).
Laiton en lame, sert à faire des cheminées pour lampes (57) (103), et des spatules (317).
Lames en *verre* employées pour observer les cristaux (150).
— en *argile* pour supporterles corps chauffés au chalumeau (87).
— en *platine* pour le même usage (85).
Lampes à alcool, à simple courant d'air (59).
— à alcool, à double courant d'air (61).
— veilleuse à pompe (58).
— à huile, dite *veilleuse* (57).
— à huile, en verre, pour le chalumeau (76).
— à alcool à mèche plate (63 *bis*).
— à huile, en cuivre, à mèche plate, pour le chalumeau (79).
— à huile, en verre, pour la forge (97).
— à huile, en cuivre, dite *sinombre*, pour la forge (98).
— solaire (99).
— à gaz d'éclairage (346 *bis*).
Laver les filtres et les précipités (177) (189) (248).
— Fiole à laver (189).

Laver. Fiole nouvelle pour laver les filtres et les précipités (178).
Liége. Bouchons en liége (36).
Limes (247), plate pour préparer les bouchons (37) (36).
— ronde, petite, dite *queue-de-rat*, pour percer les bouchons (36).
— ronde, forte (247).
— triangulaire, (247), pour couper les tubes de verre (29).
Lixiviation. Appareil nouveau (248).
Lut (252).

M.

Main en cuivre (317).
Matières premières et objets divers nécessaires dans le laboratoire (1).
Marteaux (254).
Mastic dur (256).
— mou (258).
Mercure. Son emploi pour recueillir les gaz (259) (217).
— Manière de le nettoyer (259).
Métaux. Extraction (260).
— Réduction des oxydes et carbonates métalliques (261).
— Réduction des oxydes au chalumeau (262).
— Manière d'opérer (263) (264) (265) (266) (267).
Meule. Son usage, manière de la construire (268).
Microscope. Sa construction (269).
Mortier en porcelaine, manière de le remplacer (270).
— en agate, pour les essais au chalumeau (271).
— Manière de le remplacer (271).
— Manière de pulvériser les corps (272).
— d'*Abich*, en acier (273).

N.

Neutraliser. Manière d'obtenir la neutralisation (274).

O.

Objets divers nécessaires dans le laboratoire (1).
Os en poudre, employés pour faire les coupelles (110) (275).
Outils divers nécessaires dans le laboratoire (1).

P.

Papier à filtre (173) ; à étiquette (169) ; réactif (338).
Peser. Manière de peser (17).
— Double pesée (18).
Phosphate de soude et d'ammoniaque, emploi (136).

Piles électriques ou voltaïques (166) (370) (371).
Pilons. Manière de les faire (270).
Pinces en fil de fer, à ressort (279).
— en fil de fer, à ressort et à crochet (280).
— en acier, dites *bruxelles* (281).
— en acier, à pointes de platine (282).
— plates, rondes (283).
Pipette (196).
Platine en lame (85); en fil (86).
— Creusets en platine, construction (115).
— Spatule en platine (317).
— Capsule en platine (48).
— Cuiller en platine (49).
— Précautions à prendre dans l'emploi du platine (85) (115).
Poids nécessaires dans le laboratoire (22).
— Manière de les remplacer (23).
— Manière de faire des poids très-petits (25).
Poinçon (288).
Porcelaine. Mortiers (270) (271); capsules (51).
Précipitation. But (290).
— Manière de séparer deux substances par la précipitation (291).
— Manière de reconnaître la présence d'un corps par la précipitation (292).
— *Tubes* servant à la précipitation (293).
Précipités. Les recueillir (177); les laver (178) (189); les sécher (183).
Préparation des gaz (205).
— des sels (303).
— des métaux (260).
Pulvérisation des corps (272).
Purification du mercure (259).
— des corps par cristallisation (148).

R.

Rape (297).
Réactifs (298), employés au chalumeau (131).
— nécessaires dans le laboratoire (2).
Recueillir les gaz sous l'eau (211).
— les gaz sous le mercure (216 *bis*).
— les gaz à sec (218).
— les précipités (177) (189).
Réduction des oxydes et carbonates métalliques (261).

S.

Saturation (142) (143) (299) (274).
— appareil pour reconnaître la saturation (299).
Savon. Emploi (38).
Scie (301).
Sécher les filtres (181).
— les substances humides (153).
Sels. Préparation (303).
— Traiter un carbonate soluble par un acide (304).
— Traiter un carbonate insoluble par un acide (305).
— Traiter un sel soluble par un acide (306).
— Traiter un sel insoluble par un acide (307).
— Traiter un oxyde par un acide (308).
— Décomposer un sel soluble par un sel soluble (309) (310).
— Traiter un sel soluble par un alcali (310 *bis*) (311).
— Dissoudre un métal dans un acide (312).
Sel de phosphore (136).
Siphon à deux branches (313).
— à trois branches (314); manière de le faire (315).
Solubilité des solides, manière de la reconnaître (161).
— des gaz, appareil curieux pour l'observer (238).
— des gaz, appareil de Woulf (228).
Spatules en cuivre ou laiton (317).
— en bois ou en os (317).
— en platine (317).
Sublimation (126).
Substances ou réactifs nécessaires dans le laboratoire (2).
Supports pour égoutter les fioles et les tubes (319).
— pour les manipulations (320).
— isolés (320); carrés (321); rectangulaires (322).
— annulaires (323); en crochet (324).
— Disques (160).
— à glissement (325) (326) (327).
— autre support à glissement (328).

T.

Table a soufflet pour la forge (95).
Tenailles (332).
Térébenthine (333).
Terre de pipe (8).
Terrines (335).
Tournesol (336)

TOURNESOL. Teinture de tournesol (337).
— Papier de *tournesol* (338).
TRANSVASER les gaz (223).
— les liquides à l'aide d'une baguette (176).
— les liquides à l'aide du siphon (313).
TRÉBUCHET. Petite balance en cuivre (16).
TUBE DE SURETÉ (208).
TUBES DE VERRE (341).
— Les couper (29) (341).
— Les étirer (196).
— Les fermer (342) (343).
— Les courber (190) (233) (344).
— Les souffler (344).
— Les souder (344).
— Les graver (193) (344).
— Les élargir (193).
— Les chauffer (210).
— Les percer (178) (315) (344).
— Les sécher (188).

V.

VERRE en tubes (340).
— en lame (150).
VERRES à expérience (346); de montre (50).

Z.

ZINC en lame, en fil (347).

LIVRE DEUXIÈME.

MANIPULATIONS.

Préparation des corps et examen de leurs propriétés.

A.

ACÉTATE d'alumine (685).
— d'ammoniaque (928).

Acétate d'argent (880).
— de cuivre (801).
— de fer (707).
— de plomb (812) (822).
— de potasse (597).
— de soude (623).
Acide antimonieux (788) (793).
— antimonique (788) (794).
— arsénieux (528).
— arsénieux (*manière de le reconnaître*) (985) (993).
— arsénique (533).
— aurique (904).
— borique (538).
— carbonique (562).
— hydriodique (412).
— hydrochlorique (397).
— hydrocyanique (584).
— hydrofluorique (423).
— hydrofluosilicique (545).
— hydrosulfurique (431).
— hypophosphorique (472).
— iodique (420).
— nitreux (510).
— nitrique (516).
— oxalique (574).
— phosphorique (468).
— silicique (544).
— sulfureux (441).
— sulfurique (447).
Acidimétrie (1103).
Air (487).
Alcalimétrie (1102).
Alliages d'antimoine (791).
— d'argent (883).
— de bismuth (838).
— de cuivre (803).
— d'étain (736).
Allumettes oxygénées (608).
Alumine (686).
Aluminium (685).
Alun d'ammoniaque (685) (690).
— de potasse (685) (690).
— de soude (685) (690).

Ammoniaque (480).
Analyse de l'air (488) (489).
— de l'eau (369).
— des monnaies d'argent (884).
— des monnaies d'or (903).
Analyse qualitative des sels métalliques (940).
— — des sels métalliques solubles dans l'eau (944).
Recherche de la base (945).
Recherche de l'acide (967).
— — des sels métalliques insolubles dans l'eau (969).
Recherche de la base (970).
Recherche de l'acide (982).
Analyse quantitative (1101).
— — Du salpêtre (1101).
— — Des potasses (1102).
— — Des soudes (1102.)
— — Des acides (1103).
— — Des vinaigres (1108).
— — Du noir animal (1110).
— — Du guano (1111).
— — Des sels de fer (1116).
— — Des sels de cuivre (1117).
Antimoine (788) (789).
Appareils nécessaires à l'étude des métalloïdes (351).
— nécessaires à l'étude des métaux (596).
Arbre de Diane (883).
— de Saturne (814).
Argent (880) (881).
Arséniates (*caractères distinctifs*) (985).
Arséniate d'alumine (685).
— d'ammoniaque (928).
— d'antimoine (788).
— d'argent (880).
— de baryte (636).
— de bismuth (836).
— de chaux (659).
— de cobalt (775).
— de cuivre (801).
— d'étain (734).
— de fer (707).
— de magnésie (671).
— de manganèse (698).
— de mercure (846).

Arséniate de nickel (763).
— de plomb (812).
— de potasse (597).
— de soude (623).
— de strontiane (649).
— de zinc (753).
Arsenic (522).
— *Manière de le reconnaître dans toute combinaison arsenicale* (993).
Arsénites. (*Caractères distinctifs*) (994).
— de cuivre (801) (804).
Aurates (901) (905).
Azote (476).
Azoture d'argent (880) (886).
— d'or (901) (906).

B.

Baryte (636).
Baryum (636).
Bases. *Caractères distinctifs* (1095).
Bioxalate de potasse (597) (614).
Bismuth (836) (837).
Blanc de fard (839).
Bleu de Prusse (707).
Bleu Thenard (779).
Borates. *Caractères distinctifs* (1000).
Borate d'alumine (685).
— d'ammoniaque (928).
— d'argent (880).
— de baryte (636).
— de chaux (659).
— d'étain (734).
— de fer (707).
— de magnésie (671).
— de nickel (763).
— de plomb (812).
— de potasse (597).
— de soude (623).
— de strontiane (649).
— de zinc (753).
Borax (623).

Briquet à gaz hydrogène (917).
— phosphorique (461) (608).
Bromates. *Caractères distinctifs* (1007).
Bromures. *Caractères distinctifs* (1014).
Bronze (803).

C.

Calcium (659).
Calomel (849).
Caractères des sels d'alumine (685).
— ammoniacaux (936).
— d'antimoine (797).
— d'argent (892).
— debaryte (639).
— de bismuth (840).
— de chaux (663).
— de cobalt (780).
— de cuivre (805).
— d'étain (740).
— de fer (715).
— de magnésie (676).
— de manganèse (701).
— de mercure (860).
— de nickel (767)
— d'or (909).
— de platine (921).
— de plomb (824).
— de potasse (617).
— de soude (631).
— de strontiane (653).
— de zinc (756).
Carbonates. *Caractères distinctifs* (1021).
Carbonate d'ammoniaque (928).
— (bi) d'ammoniaque (928).
— d'argent (880).
— de baryte (636).
— de chaux (659).
— de cobalt (775).
— de cuivre (801).
— de fer (707).
— de magnésie (671).
— de manganèse (698).

Carbonate de nickel (763).
— de plomb (812).
— de potasse (597).
— (bi) de potasse (597).
— de soude (623).
— (bi) de soude (623).
— de strontiane (649).
— de zinc (753).
Carbone (549).
Carbonisation du bois (552).
Céruse (820).
Charbon (549).
Chaux (659).
Chlorates. *Caractères distinctifs* (1025).
Chlorate de potasse (597).
— de soude (623).
Chlore (386).
Chlorures. *Caractères distinctifs* (1030).
Chlorure d'aluminium (685).
— d'antimoïne (788) (795).
— d'argent (880).
— de baryum (636).
— de bismuth (836).
— de calcium (659).
— de cobalt (775).
— de cuivre (801).
— d'étain (734)).
— de fer (707).
— de magnésium (671).
— de manganèse (698).
— de mercure (846).
— de nickel (763).
— d'or (901).
— (double) d'or (901).
— de platine (916).
— (double) de platine (916).
— de plomb (812).
— de potassium (597).
— de sodium (623).
— de strontium (649).
— de zinc (753).
Chromates. *Caractères distinctifs* (1035).
Chromate d'argent (880).

Chromate de bismuth (836).
— de mercure (846).
— de plomb (812).
— de potasse (597).
Chrysocale (803).
Cinabre (853).
Cobalt (775).
Congélation artificielle de l'eau (381).
Coupellation des matières argentifères (884).
— des matières aurifères (903).
Cristallisation de l'argent (882).
— du plomb (814).
— Tableau des formes cristallines des sels (588).
Cuivre (801).
— Dosage (1117).
Cyanoferrure jaune de potassium (597).
— rouge de potassium (597).
Cyanogène (578).
Cyanure de mercure (846).
— de potassium (616).

D.

Deutoxyde d'azote (503).
— de plomb (812).
Distillation de l'eau (376).
— de l'acide sulfurique (455).

E.

Eau (368).
— distillée (376).
— potable (385).
— Sa décomposition par l'électricité (370).
— régale (520).
Encre sympathique (778).
Éponge de platine (917).
Etain (734).

F.

Fer (707).
— Dosage (1116).
Fluorures. *Caractères distinctifs* (1051).
— de bore (540).

Fluorure de silicium (545).
Fulminate d'argent (879).
— de mercure (880).

G.

Gaz *de l'éclairage* (561).
Guano. Analyse (1111).

H.

Hydriodate d'ammoniaque (928).
Hydrochlorate d'ammoniaque (928) (930).
Hydrogène (352).
— percarboné (559).
— protophosphoré (467).
— perphosphoré (464).
Hydrosulfate d'ammoniaque (928) (931).

I.

Instruments *nécessaires à l'étude des métalloïdes* (351).
— *nécessaires à l'étude des métaux* (596).
Iodates. *Caractères distinctifs* (1040).
Iodate d'ammoniaque (928).
— d'argent (880).
— de baryte (636).
— de potasse (597).
— de soude (623).
Iode (407).
Iodures. *Caractères distinctifs* (1045).
Iodure d'argent (880).
— d'azote (521).
— de baryum (636).
— de bismuth (836).
— d'étain (734).
— de fer (707).
— de mercure (846).
— de plomb (812).
— de potassium (597) (602).
— de sodium (623).
— de zinc (753).

J.

Jaune *minéral* (818).

L.

Laiton (803).
Lampe *éolique* (378).
- *philosophique* (358).
Litharge (815).

M.

Magnésie (671).
Magnésium (671).
Manganèse (698).
Mercure (846).
Métalloïdes (349).
Métaux (585).
Minium (816).
Mousse *de platine* (917).

N.

Nickel (763).
Nitrates. *Caractères distinctifs* (1055).
Nitrate d'alumine (685).
— d'ammoniaque (928).
— d'argent (880).
— de baryte (636).
— de bismuth (836).
— de chaux (659).
— de cobalt (775).
— de cuivre (801).
— d'étain (734).
— de fer (707).
— de magnésie (671).
— de manganèse (698).
— de mercure (846).
— de nickel (763).
— de plomb (812).
— de potasse (597).
— de soude (623).
— de strontiane (649).
— de zinc (753).
Noir animal. Analyse (1110).

O

Or (901).

Or *mussif* (739).
Or piment (535).
Oxalates. *Caractères distinctifs* (1063).
Oxalate d'alumine (685).
— d'ammoniaque (928).
— de baryte (636).
— de bismuth (836).
— de chaux (659).
— de cobalt (775).
— de cuivre (801).
— de fer (707).
— de magnésie (671).
— de manganèse (698).
— de mercure (846).
— de nickel (763).
— de plomb (812).
— de potasse (597).
— de zinc (753).
Oxydes. Manière de les reconnaître (1095).
Oxyde (*proto*) d'antimoine (788).
— d'argent (880).
— (*proto*) d'azote (498).
— (*proto*) de bismuth (836).
— de carbone (575).
— (*proto*) de cobalt (775).
— (*per*) de cobalt (775).
— (*proto*) de cuivre (801).
— (*per*) de cuivre (801).
— (*proto*) d'étain (734).
— (*per*) d'étain (734).
— (*proto*) de fer (707).
— (*per*) de fer (707).
— (*proto*) de manganèse (698).
— (*per*) de manganèse (698).
— (*proto*) de mercure (846).
— (*per*) de mercure (846).
— (*proto*) de nickel (763).
— (*per*) de nickel (763).
— (*proto*) d'or (901).
— (*per*) d'or (901).
— (*proto*) de platine (916).
— (*per*) de platine (916).
— (*proto*) de plomb (812).

Oxyde (*per*) de plomb (812).
— de zinc (753).
Oxygène (359).

P.

Phosphates. *Caractères distinctifs* (1070).
Phosphate d'alumine (685) (689).
— d'ammoniaque (928)
— d'argent (880).
— de baryte (636).
— de bismuth (836).
— de chaux (659).
— de cobalt (775).
— de cuivre (801).
— d'étain (734).
— de fer (707).
— de magnésie (671).
— de manganèse (698).
— de mercure (846).
— de nickel (763).
— de plomb (812).
— de potasse (597).
— de soude (623).
— de soude et d'ammoniaque (933).
— de strontiane (649).
— de zinc (753).
Phosphore (457).
Platine (916).
Plomb (812).
Potasse (599).
— *du commerce* (612). — *Son analyse* (1102).
Potassium (597).
Poudre (603).

R.

Réactifs *nécessaires dans l'analyse des sels métalliques* (941).
— *Substances nécessaires dans le laboratoire* (2).

S.

Salpêtre (603). — *Son analyse* (1101.)

Sels ammoniacaux (928).
Sel ammoniac (930).
Sel d'oseille (614).
Sel de phosphore (933).
Sels d'alumine (685).
— d'antimoine (788).
— d'argent (880).
— de baryte (636).
— de bismuth (836).
— de chaux (659).
— de cobalt (775).
— de cuivre (801).
— d'étain (734).
— de fer (707).
— de magnésie (671).
— de manganèse (698).
— de mercure (846).
— *métalliques* (*analyse*) (940).
— *métalliques insolubles dans l'eau* (*analyse*) (969).
— *métalliques solubles dans l'eau* (*analyse*) (944).
— de nickel (763).
— d'or (901).
— de platine (716).
— de plomb (812).
— de potasse (597).
— de soude (623).
— de strontiane (649).
— de zinc (753).
Sel de Saturne (822).
Silicates. *Caractères distinctifs* (1076).
Silice (544).
Similor (803).
Sodium (623).
Soude (623).
Soufre (425).
Strontiane (649) (650).
Strontium (649).
Sucre de Saturne (822).
Sublimé corrosif (851).
Sulfates. *Caractères distinctifs* (1081).
Sulfate d'alumine (685).
— d'antimoine (788).
— d'argent (880).

Sulfate d'ammoniaque (928).
— de baryte (636).
— de bismuth (836).
— de chaux (659).
— de cobalt (775).
— de cuivre (801).
— d'étain (734).
— de fer (707).
— de magnésie (671).
— de manganèse (698).
— de mercure (846).
— de nickel (763).
— de platine (916).
— de plomb (812).
— de potasse (597).
— (bi) de potasse (597).
— de soude (623).
— de strontiane (649).
— de zinc (753).
Sulfures. *Caractères distinctifs* (1089).
Sulfure d'antimoine (788).
— d'argent (880).
— d'arsenic (535).
— de baryum (636).
— de bismuth (836).
— de cuivre (801).
— de cobalt (775).
— d'étain (734).
— de fer (707).
— de manganèse (698).
— de mercure (853).
— de nickel (763).
— d'or (901).
— de phosphore (475).
— de platine (916).
— de plomb (812).
— de potassium (597).
— de sodium (623).
— de strontium (649).
— de zinc (753).

T.

Tableau des composés d'aluminium (685).

Tableau des composés d'ammoniaque (928).
— d'antimoine (788).
— d'argent (880).
— de baryum (636).
— de bismuth (836).
— de calcium (659).
— de cobalt (775).
— de cuivre (801).
— d'étain (734).
— de fer (707).
— de magnésium (671).
— de manganèse (698).
— de mercure (846).
— de nickel (763).
— d'or (901).
— de platine (916).
— de plomb (812).
— de potassium (597).
— de sodium (623).
— de strontium (649).
— de zinc (753).
Tableau *des formes cristallines des sels* (588).
Tableaux *indicatifs de la marche à suivre dans la recherche de la base d'un sel soumis à l'analyse* (954)(958) (962)(966).
Tableaux *synoptiques* V, VI, VII, VIII, *des caractères distinctifs des bases ou oxydes* (1096) (1097) (1098) (1099).

V.

Vermillon (853).
Vert de Schéele (804).

Z.

Zinc (753).

FIN DE LA TABLE.

ERRATUM.

Dans les pages 417 à 448 les figures 217 à 227 doivent porter les numéros 235 à 244.

Corbeil. Typogr. et stéréot. de Crété.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

TABLEAU V.

CARACTÈRES DES SELS DONT LA SOLUTION AQUEUSE CONCENTRÉE, ACIDIFIÉE PAR QUELQUES GOUTTES D'ACIDE HYDROCHLORIQUE OU NITRIQUE ÉTENDU D'EAU, EST PRÉCIPITÉE PAR L'ACIDE HYDROSULFURIQUE.

SELS DE	POTASSE.	AMMONIAQUE.	CARBONATE DE POTASSE OU DE SOUDE.	BICARBONATE DE POTASSE.	CARBONATE D'AMMONIAQUE.	PHOSPHATE DE SOUDE.	ACIDE OXALIQUE.	CYANOFERRURE jaune DE POTASSIUM.	CYANOFERRURE rouge DE POTASSIUM.	HYDROSULFATE D'AMMONIAQUE.	ACIDE HYDROSULFURIQUE.	ZINC EN LAME plongé dans la DISSOLUTION SALINE.	ACIDE SULFURIQUE ou SULFATE DE SOUDE.	ACIDE HYDROCHLORIQUE ou CHLORURE DE SODIUM.	IODURE DE POTASSIUM.	CHROMATE DE POTASSE.	PROTOSULFATE DE FER.	PROTOCHLORURE D'ÉTAIN (*en solution acide*).
PEROXYDE DE FER.	Brun jaunâtre. *Volumineux. Insoluble dans le réactif.*	Brun jaunâtre. *Volumineux. Insoluble dans le réactif.*	Brun jaunâtre.	Brun jaunâtre. *Effervescence.*	Brun jaunâtre.	Blanc jaunâtre. N. T. *Brunit dans l'ammoniaque et s'y dissout.*	Nul.	Bleu foncé. S. *Insoluble dans l'acide hydrochlorique.*	Nul.	Noir. N. B. *Se colore en rouge à l'air; insoluble dans le réactif.*	Blanc laiteux. A.	Nul.	Nul.	Nul.	»	»	»	»
CADMIUM.	Blanc. *Insolub. dans le réactif.*	Blanc. *Soluble dans le réactif.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Blanc. N. *Effervescence.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Blanc.	Blanc. N. S. *Très-soluble dans l'ammoniaque.*	Blanc jaunâtre. *Soluble dans l'acide hydrochlorique.*	Jaune. *Soluble dans l'acide hydrochlorique.*	Jaune. N. B. *Insoluble dans le réactif.*	Jaune. A.	Paillettes de métal grises et brillantes.	»	»	»	»	»	»
PLOMB.	Blanc. *Soluble dans le réactif.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.* — *Dans l'acétate, le précipité ne se fait qu'après un assez long temps.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif, soluble dans la potasse.*	Blanc. *Effervescence.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif. Soluble dans la potasse.*	Blanc. N. *Soluble dans la potasse.*	Blanc. N. S.	Blanc.	Nul.	Noir. N. B. *Insoluble dans le réactif.*	Noir. A.	Paillettes brillantes, métalliques, d'un gris noir.	Blanc. *Insoluble dans les acides étendus, soluble dans la potasse; noircit par l'hydrosulfate d'ammoniaque.*	Blanc. Co. *Soluble dans l'eau ou la potasse.*	Jaune. *Soluble dans le réactif.*	Jaune. *Soluble dans la potasse, insoluble dans l'acide nitrique étendu.*	»	»
BISMUTH. (*L'eau trouble la solution des sels de bismuth; il faut la clarifier par l'acide nitrique.*)	Blanc. *Soluble dans le réactif.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Blanc. *Effervescence.*	Blanc.	Blanc.	Cristallin. T.	Blanc. *Insoluble dans l'acide hydrochlorique.*	Jaune pâle. *Soluble dans l'acide hydrochlorique.*	Noir ou brun foncé. N. B. *Insoluble dans le réactif.*	Noir ou brun foncé. A. *Se réduit sur le charbon au chalumeau avec de la soude.*	Masse spongieuse et noire de métal.	»	»	Brun. *Soluble dans le réactif.*	Jaune. *Soluble dans l'acide nitrique étendu.*	»	»
PROTOXYDE DE CUIVRE.	Blanc. *En ajoutant de la potasse, le précipité est jaune brun, insoluble dans le réactif; à l'air, il devient noir.*	Coloration bleuâtre, puis bleu foncé, à l'air.	Jaune.	Jaune.	Jaune. *Avec effervescence.*	Blanc, puis bleu à l'air.	Blanc, puis bleu à l'air.	Blanc, puis rouge brun à l'air.	Rouge brun. S.	Noir. N. B. *Insoluble dans le réactif. Il faut préalablement saturer la liqueur acide par l'ammoniaque.*	Brun. A.	Enduit noir métalliq. *Une lame de fer poli se couvre, au bout de plusieurs heures quelquefois, d'une pellicule de cuivre rouge, en précipitant le métal avec sa couleur propre. La liqueur doit être un peu acide.*	»	»	Blanc.	»	»	»
DEUTOXYDE DE CUIVRE.	Bleu volumineux. *Bouilli avec un excès de potasse, il devient noir.*	E. Coloration bleue. *Il se produit d'abord un précipité verdâtre qui se dissout dans le réactif. La solution bleue, bouillie dans la potasse, s'éclaircit et dépose l'oxyde noir.*	Bleu. *L'ébullition le rend noir.*	Verdâtre clair. *Soluble dans le réactif, en colorant la liqueur en bleu.*	p. q. Verdâtre clair. *Se dissout dans le réactif en colorant la liqueur en bleu intense; celle-ci, bouillie avec la potasse, s'éclaircit en déposant l'oxyde noir.*	Blanc verdâtre. *Se dissout dans l'ammoniaque, et colore la liqueur en bleu; celle-ci, bouillie avec la potasse, s'éclaircit et dépose l'oxyde noir.*	Blanc verdâtre. N. S.	Rouge brun. N. *Insoluble dans l'acide hydrochlorique.*	Jaune vert. *Insoluble dans l'acide hydrochlorique.*	Noir ou brun foncé. *Insoluble dans le réactif.*	Noir ou brun foncé. A.	Comme pour les sels de protoxyde de cuivre.	»	»	Blanc. *Soluble dans le réactif.*	Rouge brun. *Soluble dans l'acide nitrique étendu et dans l'ammoniaque, qui colore la liqueur en vert d'émeraude.*	»	»
ARGENT.	Brun clair. *Insoluble dans le réactif, soluble dans l'ammoniaque.*	p. q. Brun. N. *Soluble dans le réactif. Si la liqueur est acide, il ne se fait pas de précipité.*	Blanc. *Soluble dans l'ammoniaque.*	Blanc. *Soluble dans l'ammoniaque.*	Blanc. *Soluble dans le réactif.*	Jaune. *Soluble dans l'ammoniaque.*	Blanc. N. *Soluble dans l'ammoniaque.*	Blanc.	Rouge brun.	Noir. N. B. S. *Insoluble dans le réactif.*	Noir. A.	Près du zinc, l'argent réduit est noir, au delà il est blanc.	»	Blanc. *Soluble dans l'ammoniaque, insoluble dans les acides étendus; devient violet au soleil.*	Blanc jaunâtre. *Soluble dans le réactif, peu soluble dans l'ammoniaque.*	Rouge brun foncé. *Soluble dans l'acide nitrique étendu et l'ammoniaque.*	Blanc. *Argent métallique.*	p. q. Blanc ou brun.
PROTOXYDE DE MERCURE.	Noir. *Insoluble dans le réactif.*	Noir. *Insoluble dans le réactif.*	Jaune sale. *Noircit par l'ébullition.*	Blanc. *Noircit par l'ébullition. Effervescence.*	p. q. Gris. *Noircit en ajoutant davantage de réactif.*	Blanc.	Blanc.	Blanc gélatineux.	Rouge brun. *Devient blanc avec le temps.*	Noir. N. B. S. *Insoluble dans le réactif et l'ammoniaque, soluble dans la potasse, en déposant une poudre noire de mercure.*	Noir. A. S.	Pellicule grise, qui est un amalgame de zinc. *Une goutte tache en blanc le cuivre poli frotté avec du papier; la chaleur enlève cette tache.*	»	Blanc. *Insoluble dans les acides, noircit par l'ammoniaque.*	p. q. Jaune verdâtre. *Noircit en ajoutant du réactif, et finit par s'y dissoudre.*	Rouge.	»	»
PEROXYDE DE MERCURE.	Jaune. *Insoluble dans le réactif, il est blanc, si la liqueur est très-acide ou contient de l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Rouge brun. *Insoluble dans le réactif, il est blanc si la liqueur contient de l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Rouge brun. *Dans le chlorure, le précipité est tardif.*	Blanc.	Blanc. *Le chlorure est seulement troublé.*	Blanc. *Pas de précipité dans le chlorure.*	Blanc. *Bleuit par le temps.*	Jaune. *Pas de précipité dans le chlorure.*	p. q. Noir. *Devient blanc en l'agitant avec le sel de mercure en excès, puis reste noir en ajoutant un excès du réactif. Insoluble dans le réactif et l'ammoniaque, soluble dans la potasse.*	Noir. A. *Les phénomènes sont les mêmes que pour l'hydrosulfate d'ammoniaque.*	Comme ci-dessus.	»	»	Rouge cinabre. *Soluble dans l'acide hydrochlorique, le réactif et le sel de mercure.*	Jaune orangé.	»	»
PROTOXYDE DE PLATINE. (*La liqueur doit être acide.*)	E. Nul. *Il se forme un précipité jaune, et la liqueur contient un peu de perchlorure de platine.*	E. Vert cristallin. *L'eau mère est limpide.*	Brunâtre. T. *L'eau mère est rouge brun et noircit à l'air.*	Nul.	Nul.	Nul.	Nul.	Nul.	Nul.	Brun noir. N. *Soluble dans le réactif. La liqueur doit être préalablement saturée par la potasse; elle est brune.*	A. Noir. T. N. B. Nul. *La liqueur est brune.*	Poudre noire de platine	»	»	Noir. T. *Éclat métallique. La liqueur, d'abord rouge brun, se décolore.*	»	Nul.	Coloration en rouge brun, sans précipité.
PEROXYDE DE PLATINE. (*La liqueur est acide.*)	Jaune. *Surtout en ajoutant un peu d'acide hydrochloriq. Insoluble dans les acides libres, soluble dans la potasse à chaud.*	Jaune. *Surtout en acidifiant par l'acide hydrochlorique. Insoluble dans les acides libres; soluble à chaud dans le réactif.*	Jaune. *Surtout en ajoutant de l'acide hydrochlorique. Insoluble dans le réactif.*	Jaune. *Comme avec le carbonate de potasse.*	Jaune. *Comme avec le carbonate de potasse.*	Nul.	Nul.	Jaune. *Insoluble dans les acides libres, soluble à chaud dans l'ammoniaque ou la potasse.*	Jaune. *Comme avec le cyanoferrure jaune de potassium.*	Brun noir. N. *Soluble dans le réactif. La liqueur est brun rouge.*	Brun. N. B. T. *La liqueur commence par brunir.*	Nul.	»	»	Brun. *La liqueur est brun rouge; en chauffant, le verre se couvre d'un enduit métallique.*	»	Nul.	Nul. *La liqueur se colore en brun foncé.*
OR.	E. Noir. T. *Faible, la liqueur est verdâtre.*	Jaune.	Nul.	Nul.	Jaune. N. *Effervescence.*	Nul.	Coloration en noir verdâtre. T. *C'est de l'or mis à nu; la chaleur hâte ce précipité. Effervescence.*	Coloration en vert d'émeraude.	Nul.	Brun foncé. N. *Soluble dans le réactif.*	A. Noir. T. N. B. Nul.	Enduit brun volumineux d'or.	»	»	Vert jaunâtre. *La liqueur devient noire et contient de l'iode en solution.*	»	Brun foncé. S. *C'est de l'or. Si la liqueur est très-étendue, elle devient bleue, et l'or se précipite lentement.*	Rouge pourpre foncé. *Insoluble dans l'acide hydrochlorique. La liqueur très-étendue se colore seulement en rouge pourpre.*
PROTOXYDE D'ÉTAIN. (*La solution des sels de protoxyde devient laiteuse dans l'eau, et doit être éclaircie par l'acide hydrochlorique.*)	Blanc. *Soluble dans le réactif; la chaleur donne un précipité noir d'étain métallique.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Blanc.	Blanc.	Blanc gélatineux.	Blanc. *Soluble dans l'acide hydrochlorique.*	Brun. N. *Soluble dans le réactif; l'acide hydrochlorique donne un précipité jaune dans cette dernière solution.*	A. Brun foncé. T. N. B. Nul.	Paillettes gris blanc de métal.	»	»	Blanc caséeux. *Devient rouge cinabre avec le temps; soluble dans le réactif.*	»	»	»
PEROXYDE D'ÉTAIN.	Blanc. *Soluble dans le réactif.*	Blanc. *Soluble dans le réactif.*	Blanc. *Effervescence; soluble dans le réactif.*	Blanc. *Effervescence; insoluble dans le réactif.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif. Effervescence.*	Blanc.	Nul.	Trouble blanc ou gelée épaisse jaunâtre. T.	Nul.	Jaune. N. *Soluble dans le réactif.*	A. Jaune. T. *L'ébullition le hâte. Soluble dans l'hydrosulfate d'ammoniaque.* N. B. Nul.	Gelée blanche. *C'est du peroxyde.*	»	»	Nul.	»	»	»
PROTOXYDE D'ANTIMOINE. (*Les sels de protoxyde sont troublés par l'eau; il faut les clarifier par l'acide hydrochloriq.*)	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif.*	Blanc. *C'est peut-être l'eau du réactif qui précipite.*	Blanc. *Comme ci-contre.*	Blanc. *Insoluble dans l'acide hydrochlorique.*	Nul.	Rouge. N. *Soluble dans le réactif.*	Rouge. A. T. C. *Si la liqueur est neutre, elle se colore seulement en rouge.* N. B. Nul.	Poudre noire d'antimoine.	»	»	»	»	»	»

Nous avons donné (1095) *l'explication des signes employés dans ce Tableau.*

TABLEAU VI.

CARACTÈRES DES SELS DONT LA SOLUTION AQUEUSE CONCENTRÉE, ACIDIFIÉE PAR QUELQUES GOUTTES D'ACIDE HYDROCHLORIQUE OU NITRIQUE ÉTENDU D'EAU, N'EST PAS PRÉCIPITÉE PAR L'ACIDE HYDROSULFURIQUE, MAIS, QUI NEUTRALISÉE PAR L'AMMONIAQUE, EST PRÉCIPITÉE PAR L'HYDROSULFATE D'AMMONIAQUE.

SELS DE	POTASSE.	AMMONIAQUE.	CARBONATE DE POTASSE OU DE SOUDE.	BICARBONATE DE POTASSE.	CARBONATE D'AMMONIAQUE.	PHOSPHATE DE SOUDE.	ACIDE OXALIQUE.	CYANOFERRURE JAUNE DE POTASSIUM.	CYANOFERRURE ROUGE DE POTASSIUM.	HYDROSULFATE D'AMMONIAQUE.	ACIDE HYDROSULFURIQUE.	ACIDE SULFURIQUE.
PROTOXYDE DE MANGANÈSE.	Blanc. *Noircit à l'air.* T.	Blanc. *Noircit à l'air ; soluble dans l'hydrochlorate d'ammoniaque ; cette liqueur limpide noircit à l'air.*	Blanc. *Ne noircit pas à l'air. Peu soluble dans l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Blanc. T.	Blanc. *Ne noircit pas à l'air.*	Blanc. *Ne noircit pas à l'air.*	Cristallin blanc. T. Co. *Insoluble dans le réactif. Soluble dans les acides sulfurique et hydrochlorique.*	Blanc rougeâtre. *Soluble dans les acides.*	Brun. *Insoluble dans les acides.*	Couleur de chair. N. B. *Insoluble dans le réactif, noircit à l'air.*	A. Nul. *Une goutte d'ammoniaque, versée après l'acide hydrosulfurique, précipite en couleur de chair.* B. Couleur de chair.	Nul.
DEUTOXYDE DE MANGANÈSE. *(La présence de l'hydrochlorate d'ammoniaque n'empêche pas l'action des réactifs.)*	Brun volumineux.	Brun volumineux.	Brun volumineux.	Brun volumineux.	Brun volumineux.	Brun clair très-volumineux.	Nul.	Gris verdâtre.	Brun.	Couleur de chair. N. B.	A. Nul. ou blanc laiteux ; *C'est du soufre.* B. Couleur de chair.	Nul.
ZINC.	Blanc gélatineux. *Soluble dans le réactif.*	Blanc gélatineux. *Soluble dans le réactif.*	Blanc. *Insoluble dans le réactif, soluble dans la potasse et l'ammoniaque. Si la liqueur contient de l'hydrochlorate d'ammoniaque, il faut chauffer pour déterminer le précipité.*	Blanc. *Effervescence.*	Blanc. *Soluble dans le réactif.*	Blanc. N. *Soluble dans le réactif, la potasse, et l'ammoniaque.*	Blanc. N. T. *Soluble dans la potasse, l'ammoniaque et les acides.*	Blanc gélatineux. *Insoluble dans l'acide hydrochlorique.*	Jaune rouge. *Soluble dans l'acide hydrochlorique.*	Blanc. N. B. *Soluble dans le réactif, il est gris ou noir, s'il y a du fer.*	A. Nul. B. Blanc.	Nul.
COBALT.	Bleu. *Devient vert avec le temps et rouge pâle sale par l'ébullition. Soluble dans la potasse.*	p. q. Bleu. *Devient vert par l'addition d'ammoniaque, et se dissout dans un excès du réactif. Cette liqueur devient brune à l'air. Pas de précipité s'il y a de l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Rouge. *Devient bleu par l'ébullition.*	Rouge.	Rouge. N. *Soluble dans l'hydrochlorate d'ammoniaque. Pas de précipité s'il y a de l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Bleu. N.	Blanc. N. T.	Vert. *Devient gris avec le temps. Insoluble dans l'acide hydrochlorique.*	Brun rouge foncé. *Insoluble dans l'acide hydrochlorique.*	Noir. N. B. *Insoluble dans le réactif.*	A. Nul. B. Noir T.	Nul.
NICKEL.	Vert-pomme *Insoluble dans le réactif.*	p. q. Trouble violet. *Soluble dans le réactif. La liqueur devient bleue, et la potasse y donne un précipité vert-pomme.*	Vert-pomme clair.	Vert-pomme clair. *Effervescence.*	Vert-pomme. N. *Soluble dans le réactif. La liqueur devient bleue.*	Blanc verdâtre. N.	Verdâtre. N. T. *La liqueur se décolore.*	Blanc verdâtre. *Insoluble dans l'acide hydrochlorique.*	Jaune vert. *Insoluble dans l'acide hydrochlorique.*	Noir. N. B. *Insoluble dans le réactif. La liqueur reste noire.*	A. Nul. B. Noir T.	Nul.
PROTOXYDE DE FER.	Blanc floconneux. *Devient gris, puis vert, puis rouge brun à l'air.*	Blanc floconneux. *Devient gris, puis vert, puis rouge brun à l'air. Pas de précipité s'il y a de l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Blanc. *Devient vert, puis rouge brun à l'air. Soluble dans l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Blanc. *Effervescence.*	Blanc. *Devient vert, puis rouge brun à l'air.*	Blanc. N. *Verdit à l'air.*	Blanc. T. *Soluble dans l'acide hydrochlorique.*	Bleu clair. *Devient bleu foncé à l'air. Insoluble dans l'acide hydrochlorique.*	Bleu foncé. S. *Insoluble dans les acides.*	Noir. N. B. *Devient rouge brun à l'air, ce qui le distingue des sulfures de nickel et de cobalt. Insoluble dans le réactif.*	A. Nul. B. Noir.	Nul.
ALUMINE. *Aucun acide libre ne précipite l'alumine. La présence de l'hydrochlorate d'ammoniaque n'empêche pas l'action des réactifs, excepté de la potasse, ce qui distingue les sels d'alumine de ceux de magnésie.*	Blanc volumineux. N. *Soluble dans le réactif ; cette nouvelle liqueur est précipitée par l'hydrochlorate d'ammoniaque. Insoluble dans l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Blanc volumineux. *Insoluble dans le réactif. Soluble dans les acides. Insoluble dans l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Blanc volumineux. *Insoluble dans le réactif. Soluble dans les acides. Insoluble dans l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Blanc volumineux. *Effervescence. Insoluble dans le réactif. Soluble dans les acides.*	Blanc volumineux. *Insoluble dans le réactif. Soluble dans les acides.*	Blanc volumineux. N. *Soluble dans les acides et la potasse.*	N. Nul.	Nul.	Nul.	Blanc. N. *Effervescence. Soluble dans la potasse.*	Nul.	Nul. *Si on ajoute d'abord de la potasse, puis un excès d'acide sulfurique, il se dépose des cristaux d'alun.*

Nous avons donné (1095) *l'explication des signes employés dans ce Tableau.*

TABLEAU VII.

CARACTÈRES DES SELS DONT LA SOLUTION AQUEUSE CONCENTRÉE N'EST PRÉCIPITÉE NI PAR L'ACIDE HYDROSULFURIQUE NI PAR L'HYDROSULFATE D'AMMONIAQUE, MAIS PAR LE CARBONATE DE POTASSE OU DE SOUDE.

SELS DE	POTASSE.	AMMONIAQUE.	CARBONATE DE POTASSE ou DE SOUDE.	BICARBONATE DE POTASSE.	CARBONATE D'AMMONIAQUE.	PHOSPHATE DE SOUDE.	ACIDE OXALIQUE.	CYANOFERRURE jaune DE POTASSIUM.	CYANOFERRURE rouge DE POTASSIUM.	HYDROSULFATE D'AMMONIAQUE.	ACIDE HYDROSULFURIQUE.	ACIDE SULFURIQUE.	ACIDE HYDROFLUOSILICIQUE.	SULFATE DE CHAUX.	ALCOOL.	SULFATE DE STRONTIANE.
MAGNÉSIE.	Blanc floconneux volumineux. N. *Soluble dans l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Blanc volumineux. N. *Soluble dans l'hydrochlorate d'ammoniaque. Pas de précipité s'il y a de l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Blanc volumineux. N. *Soluble dans l'hydrochlorate d'ammoniaque. Pas de précipité s'il y a de l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Nul. *L'ébullition détermine un précipité soluble dans l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Nul. *L'ébullition détermine un précipité soluble dans l'hydrochlorate d'ammoniaque.*	Blanc. N. Co. *Si la liqueur est étendue, le précipité ne paraît que par l'ébullition, ou l'ammoniaque, ou le carbonate d'ammoniaque.*	Nul.	Nul.	Nul.	Nul. *Si le réactif contenait beaucoup d'ammoniaque libre, il se ferait un précipité.*	Nul.	Nul.	Nul.	Nul.	Nul.	Nul.
CHAUX.	Blanc volumineux. Co. *Soluble dans l'eau.*	N. Nul.	Blanc. Co. *Soluble dans les acides avec ou sans effervescence.*	Blanc. Co. *Soluble avec effervescence dans les acides.*	Blanc.	Blanc. *Soluble dans les acides nitrique et hydrochlorique.*	Blanc. N. *Soluble dans les acides nitrique et hydrochlorique.*	Nul.	Nul.	Nul	Nul.	Co. blanc S. F. blanc T. *Insoluble dans l'acide nitrique ou hydrochlorique. Pas de précipité si la liqueur est étendue.*	Nul.	Nul.	Brûle avec une flamme rouge.	Nul.
STRONTIANE.	Blanc volumineux. Co. *Soluble dans l'eau.*	N. Nul.	Blanc. Co. *Soluble dans les acides avec ou sans effervescence.*	Blanc. Co. *Soluble avec effervescence dans les acides.*	Blanc.	Blanc. *Soluble dans les acides nitrique et hydrochlorique.*	Co. blanc S. F. blanc T. *L'ammoniaque le détermine aussitôt.*	Nul.	Nul.	Nul.	Nul.	Co. blanc S. F. blanc T. *Insoluble dans les acides étendus.*	Nul.	Co. Trouble.	Brûle avec une flamme rouge.	Nul.
BARYTE.	Blanc volumineux. Co. *Soluble dans l'eau.*	N. Nul.	Blanc. Co. *Soluble dans les acides avec ou sans effervescence.*	Blanc. Co. *Soluble avec effervescence dans les acides.*	Blanc.	Blanc. *Soluble dans les acides nitrique et hydrochlorique.*	Co. blanc T. F. Nul. *L'ammoniaque détermine le précipité dans la liqueur concentrée, mais non dans la solution faible.*	Nul	Nul.	Nul.	Nul.	Blanc. S. *Insoluble dans les acides.*	Cristallin. T. *Insoluble dans les acides hydrochlorique et nitrique.*	Blanc. Co.	Brûle avec une flamme jaune.	Trouble. Co.

Nous avons donné (1095) *l'explication des signes employés dans ce Tableau.*

E 16 H

a

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE

DE E. LACROIX

QUAI MALAQUAIS, 15, A PARIS.

BASSET (N.), auteur de plusieurs ouvrages d'agriculture et de chimie appliquée. — **Chimie de la ferme**, leçons familières sur les notions de chimie élémentaire utiles au cultivateur et sur les opérations chimiques les plus nécessaires à la pratique agricole. 1 vol. in-18, 388 pages avec figures dans le texte. 3 fr. 50

FRESENIUS (R.), docteur, WILL (H.), docteur, assistants préparateurs au laboratoire de chimie de Giessen. — **Nouvelle méthode** pour reconnaître et pour déterminer le titre véritable et la valeur commerciale des potasses, des soudes, des cendres, des acides, et particulièrement de l'acide acétique et des manganèses. Traduit de l'allemand par le docteur G. W. Bichon, ancien élève de M. Justus Liebig, 1 vol. in-12. 2 fr. 50

GARNIER (Jules), professeur de chimie, etc. — **Précis élémentaire de chimie.** Ouvrage mis à la portée des gens du monde, des candidats au baccalauréat ès-sciences, des écoles normales primaires supérieures, des colléges et des institutions; contenant les principes de cette science et leur application aux arts et aux questions usuelles de la vie ; suivi d'une série de problèmes, de la synonymie, d'un vocabulaire, de la description des appareils et réactifs, etc. 1 vol. in-12 avec planches. 2 fr. »

LABOULAYE (Ch.) **Dictionnaire des arts et manufactures**, de l'agriculture, des mines etc. Description des procédés de l'industrie française et étrangère. Deuxième édition. Ouvrage formant 4 tomes ou 2 très-forts vol. in-4, et illustré de 3,000 gravures sur bois intercalées dans le [illegible], représentant les machines et appareils employés dans l'industrie 60 fr.

[illegible]plément du Dictionnaire des arts et manufactures, [illegible] in-4 du même format, qui paraîtra en 10 livraisons. Prix de chaque livraison. 2 fr. »

TESSIER (P.). — **Chimie pyrotechnique**, ou traité pratique des feux colorés, suivi d'un petit traité spécial pour la fabrication des pastilles simples et des pastilles diamant de différents calibres. In-8. 7 fr. »

TESSIER (Charles et Alexandre), chimistes-manufacturiers, directeurs de l'usine d'Amfreville-la-Mi-voie, près de Rouen. — **L'aluminium et les métaux alcalins**. Recherches historiques et techniques sur leurs propriétés, leurs procédés d'extraction et leurs usages, avec planches et figures dans le texte. In-18. 4 fr. »

VIOLETTE (L.-M. Henry), commissaire des poudres et salpêtres, et ARCHAMBAULT (P.-J.), professeur. — **Dictionnaire des analyses chimiques**, ou Répertoire alphabétique des analyses de tous les corps naturels et artificiels, depuis l'origine de la chimie jusqu'à nos jours, avec l'indication du nom des auteurs et des recueils où elles ont été puisées. Second tirage, augmenté de 400 analyses nouvelles. 2 vol. in-8, 1032 pages. 12 fr.

CORBEIL, TYP. ET STÉR. DE CRETE.